

10/644,088

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 8 月 2 0 日
Date of Application:

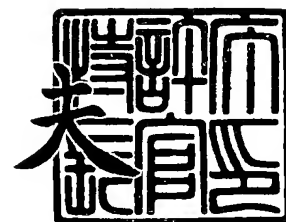
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 3 9 5 6 0
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 3 9 5 6 0]

出 願 人 セイコーエプソン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 9 月 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 J0092773

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B41J 2/16

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 赤羽 富士男

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 高島 永光

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 紅林 昭治

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 羽毛田 和重

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 上杉 良治

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100095728

【弁理士】

【氏名又は名称】 上柳 雅誉

【連絡先】 0 2 6 6 - 5 2 - 3 1 3 9

【選任した代理人】

【識別番号】 100107076

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤網 英吉

【選任した代理人】

【識別番号】 100107261

【弁理士】

【氏名又は名称】 須澤 修

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013044

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0109826

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液体噴射ヘッドの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 圧力発生室となる溝状窪部が列設されると共に、各溝状窪部の一端に板厚方向に貫通する連通口を形成した鍛造加工による金属製の圧力発生室形成板と、上記連通口と対応する位置にノズル開口を穿設した金属製のノズルプレートと、溝状窪部の開口面を封止すると共に、溝状窪部の他端に対応する位置に液体供給口を穿設した金属製の封止板とを備え、圧力発生室形成板における溝状窪部側に封止板を、反対側にノズルプレートをそれぞれ接合してなる流路ユニットを備えた液体噴射ヘッドの製造方法であって、上記圧力発生室形成板が成形される素材板にこの素材板と鍛造加工機の金型との相対位置を決定する基準穴を設け、上記圧力発生室形成板の加工形状部と上記基準穴とのあいだの上記素材板に貫通穴を設け、上記加工形状部の成形の際に発生する素材の塑性流動を上記貫通穴で吸収することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 2】 上記加工形状部は、上記溝状窪部等を含んでいる請求項 1 記載の液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 3】 上記貫通穴は、上記加工形状部の形状によって発生する素材の塑性流動に適応した形状とされている請求項 1 または 2 記載の液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 4】 上記貫通穴は、細長い空隙であり、上記空隙として加工形状部と上記基準穴のあいだを横切るように配置されたものを少なくともひとつ含む請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 5】 上記空隙が上記加工形状部と上記基準穴とのあいだに複数列設されている請求項 4 記載の液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 6】 複数の上記空隙が連続的に組合されている請求項 4 記載の液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 7】 上記空隙の端部にアール部が成形されている請求項 4 ～ 6 のいずれか一項に記載の液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 8】 上記貫通穴は、上記加工形状部が成形される前にあけられる

請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 9】 上記貫通穴は、少なくとも上記基準穴と同時にあけられる請求項 8 記載の液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 1 0】 上記加工形状部は、複数回の塑性加工によって加工を完了する請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 1 1】 上記素材板は帯状の板材であり、上記加工形状部は加工ステージが順次進行して行くのにもなって、加工が順次進行して行くものである請求項 1 0 記載の液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 1 2】 上記空隙の幅は、上記加工形状部と上記素材板とを接続する接続部の幅よりも大きく設定されている請求項 4 ～ 1 1 のいずれか一項に記載の液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 1 3】 上記素材板は所定の大きさに設定され、この素材板に所定数量の圧力発生室形成板を成形する請求項 1 ～ 1 2 のいずれか一項に記載の液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 1 4】 上記溝状窪部は、所定ピッチで列設されている請求項 1 ～ 1 3 のいずれか一項に記載の液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 1 5】 上記ピッチ寸法は、0. 3 mm 以下である請求項 1 4 記載の液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 1 6】 上記素材板は、ニッケル板である請求項 1 ～ 1 5 のいずれか一項に記載の液体噴射ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、鍛造加工が施される液体噴射ヘッドの製造方法に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

鍛造加工は種々な製品分野で活用されているが、例えば、液体噴射ヘッドの圧力発生室を金属素材に鍛造で成形することが考えられる。上記液体噴射ヘッドは

、加圧された液体をノズル開口から液滴として吐出させるものであり、種々な液体を対象にしたものが知られている。そのなかでも代表的なものとして、インクジェット式記録ヘッドをあげることができる。そこで、従来の技術を上記インクジェット式記録ヘッドを例にとって説明する。

【0003】

インクジェット式記録ヘッド（以下、記録ヘッドと称する。）は、共通インク室から圧力発生室を経てノズル開口に至る一連の流路を、ノズル開口に対応させて複数備えている。そして、小型化の要請から各圧力発生室は、記録密度に対応した細かいピッチで形成する必要がある。このため、隣り合う圧力発生室同士を区画する隔壁部の肉厚は極めて薄くなっている。また、圧力発生室と共通インク室とを連通するインク供給口は、圧力発生室内のインク圧力をインク滴の吐出に効率よく使用するため、その流路幅が圧力発生室よりもさらに絞られている。このような微細形状の圧力発生室及びインク供給口を寸法精度良く作製する観点から、従来の記録ヘッドでは、シリコン基板が好適に用いられている。すなわち、シリコンの異方性エッチングにより結晶面を露出させ、この結晶面で圧力発生室やインク供給口を区画形成している。

【0004】

また、ノズル開口が形成されるノズルプレートは、加工性等の要請から金属板により作製されている。そして、圧力発生室の容積を変化させるためのダイヤフラム部は、弾性板に形成されている。この弾性板は、金属製の支持板上に樹脂フィルムを貼り合わせた二重構造であり、圧力発生室に対応する部分の支持板を除去することで作製されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述のシリコンと金属との線膨張率の差が大きいため、シリコン基板、ノズルプレート及び弾性板の各部材を貼り合わせるにあたり、比較的低温の下で長時間をかけて接着する必要があった。このため、生産性の向上が図り難く、製造コストが嵩む一因となっていた。このため、塑性加工によって圧力発生室を金属製基板に形成する試みがなされているが、圧力発生室が極めて微細である

こと、及び、インク供給口の流路幅を圧力発生室よりも狭くする必要があること等から高精度の加工が困難であり、ヘッドの組立精度の向上も図り難いという問題点があった。

【 0 0 0 6 】

このような事情のなかにあつて、鍛造加工特有の問題が解決されなければならない。それは、素材板と鍛造金型との相対位置を正確に設定しておくことであり、この相対位置がずれたりしていると、加工形状部すなわち圧力発生室となる溝状窪部等が素材板上において正しい位置とならないために、圧力発生室形成板を流路ユニットとして組立てたときの組立て精度等が低下し、極端な場合にはインク滴の吐出特性に支障を来す恐れがある。

【 0 0 0 7 】

上記の素材板と鍛造金型との正しい相対位置には、上記のような重要な役割があるので、鍛造金型から起立させた基準ピンを受け入れる基準穴が素材板にあってあり、基準穴に基準ピンが入りこむことによって、素材板と鍛造金型との相対位置が決定づけられる。

【 0 0 0 8 】

しかしながら、加工形状部に塑性加工がなされるときには、素材板に塑性流動が発生し、このとき発生する素材の変位によって上記基準穴が変形したりその位置が狂ったりする恐れがある。もし、このような変形や位置の狂いが発生すると、圧力発生室の成形位置がずれたりして流路ユニットとしての組立て品質や吐出性能に悪影響が発生することとなる。あるいは、鍛造金型が順送り式に配列されている場合には、素材板がつぎの加工ステージの鍛造金型に移行されたときに、その金型に設けられた基準ピンと基準穴とが正常に合致しないという問題が発生する。

【 0 0 0 9 】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、高精度の圧力発生室形成板を鍛造で成形するに当たり、素材板の基準穴の変形を防止し、引いては素材板と鍛造金型との相対位置を狂わせないようにして、組立て精度や噴射特性の安定した液体噴射ヘッドを製造することをその主たる目的としている。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明の液体噴射ヘッドの製造方法は、圧力発生室となる溝状窪部が列設されると共に、各溝状窪部の一端に板厚方向に貫通する連通口を形成した鍛造加工による金属製の圧力発生室形成板と、上記連通口と対応する位置にノズル開口を穿設した金属製のノズルプレートと、溝状窪部の開口面を封止すると共に、溝状窪部の他端に対応する位置に液体供給口を穿設した金属製の封止板とを備え、圧力発生室形成板における溝状窪部側に封止板を、反対側にノズルプレートをそれぞれ接合してなる流路ユニットを備えた液体噴射ヘッドの製造方法であって、上記圧力発生室形成板が成形される素材板にこの素材板と鍛造加工機の金型との相対位置を決定する基準穴を設け、上記圧力発生室形成板の加工形状部と上記基準穴とのあいだの上記素材板に貫通穴を設け、上記加工形状部の成形の際に発生する素材の塑性流動を上記貫通穴で吸収することを要旨とする。

【 0 0 1 1 】

すなわち、上記圧力発生室形成板が成形される素材板にこの素材板と鍛造加工機の金型との相対位置を決定する基準穴を設け、上記圧力発生室形成板の加工形状部と上記基準穴とのあいだの上記素材板に貫通穴を設け、上記加工形状部の成形の際に発生する素材の塑性流動を上記貫通穴で吸収するものである。

【 0 0 1 2 】

このため、上記加工形状部においては、溝状窪部の形状をした圧力発生室、ダミー圧力発生室、連通口、コンプライアンス部の凹部等の各種構造部分が加圧成形されるので、その際に素材板には加工形状部から遠ざかる方向に素材の塑性流動が発生する。このような素材の塑性流動あるいはそれに伴う応力や変位は、上記貫通穴に伝達され貫通穴が縮むような変形状態になって、素材の塑性流動が吸収される。したがって、このような素材の塑性流動は基準穴におよぶことがなく、基準穴が変形したりその位置がずれたりするようなことが防止でき、前述のような圧力発生室の成形品質や流路ユニットの組立て品質等の問題が解決される。

【 0 0 1 3 】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法において、上記加工形状部が、上記溝状窪部等を含んでいる場合には、溝状窪部をはじめとして、ダミー圧力発生室，連通口，コンプライアンス部の凹部等の各種構造部分の加工成形により、素材の塑性流動量が多く発生するのであるが、上記貫通穴の吸収機能によって、基準穴への影響が遮断される。

【0014】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法において、上記貫通穴が、上記加工形状部の形状によって発生する素材の塑性流動に適応した形状とされている場合には、素材の塑性流動状態すなわち流動の方向や流動量に応じて貫通穴の形状を、例えば細長くしたり円弧型にしたりして、最も吸収効率のよい形状とし、基準穴への影響を消滅させることができる。

【0015】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法において、上記貫通穴は、細長い空隙であり、上記空隙として加工形状部と上記基準穴のあいだを横切るような配置とされたものを少なくともひとつ含む場合には、細長い空隙状の貫通穴はその長手方向に略直交する方向からの素材の塑性流動に対しては、ほとんど反力を呈することなく順応性のよい変形吸収を果たすことになるので、基準穴への影響を遮断するのに好適である。

【0016】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法において、上記空隙が上記加工形状部と上記基準穴とのあいだに複数列設されている場合には、上記のようなほとんど反力を呈することのない順応性のよい変形吸収が、列設された複数の空隙で行われるので、より確実に基準穴への影響を遮断できる。

【0017】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法において、複数の上記空隙が連続的に組合されている場合には、複数の空隙を組合わせて、しかも空隙という形状面の特質を生かして、例えばT字型，L字型，ハの字型等の形態を、加工形状部の形状に最適な状態で適応させることが容易に行える。

【0018】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法において、上記空隙の端部にアール部が成形されている場合には、空隙端部への応力集中を緩和することができる。すなわち、加工形状部からの素材の塑性流動により、空隙の幅は縮まったり復元したりするので、空隙の端部には応力集中が繰返して作用し、この繰返し回数が過度になると空隙の端部に亀裂が入り、最悪の場合には切断して加工ができなくなる恐れがある。上記のアール部は、このような応力の集中を緩和しているので、亀裂発生等の問題が完全に解消する。

【 0 0 1 9 】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法において、上記貫通穴が、上記加工形状部が成形される前にあけられる場合には、加工形状部から素材の塑性流動が発生するときには、すでに貫通穴が準備されているので、素材の塑性流動が確実に貫通穴で遮断され、基準穴の変形やその位置を狂わせるような要因が確実に除去される。

【 0 0 2 0 】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法において、上記貫通穴は、少なくとも上記基準穴と同時にあけられる場合には、加工形状部に加工が施される前に、貫通穴と基準穴が同時にあけられるので、加工形状部からの素材の塑性流動が確実に遮断されるとともに、貫通穴と基準穴をあける時間が短縮される。

【 0 0 2 1 】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法において、上記加工形状部は、複数回の塑性加工によって加工を完了する場合には、1回の塑性加工のたびに生じる塑性流動を貫通穴で吸収し、基準穴の位置精度を維持できるため、複数回の塑性加工によって完了する加工形状部の形状精度や寸法精度を高精度に仕上げることができる。

【 0 0 2 2 】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法において、上記素材板は帯状の板材であり、上記加工形状部は加工ステージが順次進行して行くのにもなって、加工が順次進行して行くものである場合には、このような加工ステージの順送り方式において、各加工ステージごとに加工形状部からの素材の塑性流動が貫通穴によって

抑制されるので、順次進行する後工程（後加工ステージ）においても基準穴は変形が防止されるとともに正しい位置を維持でき、高い加工精度を確保できる。

【0023】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法において、上記空隙の幅が、上記加工形状部と上記素材板とを接続する接続部の幅よりも大きく設定されている場合には、通常狭い幅とされている接続部へ集中しようとする応力が、接続部の幅よりも大きな幅とされた空隙に集中するので、細い接続部の折損等が予防される。また、塑性流動を十分吸収できて高い加工精度が得られる。

【0024】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法において、上記素材板は所定の大きさに設定され、この素材板に所定数量の圧力発生室形成板を成形する場合には、各圧力発生室形成板が成形される素材板ごとに基準穴の変形等が防止され、各素材板ごとに正確な位置決め機能が果たされる。

【0025】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法において、上記溝状窪部が、所定ピッチで列設されている場合には、溝状窪部を成形する雄型の突条部が所定ピッチで配列されているので、素材加圧による素材の塑性流動量が均一となり、貫通穴における変位等の吸収負担も均一化され、所定吸収能力の貫通穴を準備しておくことにより、各貫通穴の吸収機能が均一にかつ十分に果たされ、基準穴の変形等が確実に回避される。

【0026】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法において、上記ピッチ寸法は、0.3mm以下である場合には、精密な微細部品であるインクジェット式記録ヘッドの圧力発生室を加工するようときに、きわめて精巧な鍛造加工が可能となり、その際の素材板の位置を基準穴で正しく設定することができる。

【0027】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法において、上記素材板が、ニッケル板である場合には、ニッケル自体の線膨張係数が低く熱伸縮の現象が他の部品と同調して良好に果たされ、また、防錆性にすぐれ、さらに鍛造加工で重要視される展性

に富んでいる等、良好な効果がえられる。

【0028】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0029】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法は、液体噴射ヘッドの圧力発生室形成板の製造に好適に活用することができるので、図示の実施の形態においては液体噴射ヘッドの代表的な事例として、インクジェット式記録ヘッドの部品製造に適用した例を示している。

【0030】

図1及び図2に示すように、記録ヘッド1は、ケース2と、このケース2内に収納される振動子ユニット3と、ケース2の先端面に接合される流路ユニット4と、先端面とは反対側のケース2の取付面上に配置される接続基板5と、ケース2の取付面側に取り付けられる供給針ユニット6等から概略構成されている。

【0031】

上記の振動子ユニット3は、図3に示すように、圧電振動子群7と、この圧電振動子群7が接合される固定板8と、圧電振動子群7に駆動信号を供給するためのフレキシブルケーブル9とから概略構成される。

【0032】

圧電振動子群7は、列状に形成された複数の圧電振動子10…を備える。各圧電振動子10…は、圧力発生素子の一種であり、電気機械変換素子の一種でもある。これらの各圧電振動子10…は、列の両端に位置する一対のダミー振動子10a、10aと、これらのダミー振動子10a、10aの間に配置された複数の駆動振動子10b…とから構成されている。そして、各駆動振動子10b…は、例えば、50 μ m～100 μ m程度の極めて細い幅の櫛歯状に切り分けられ、180本設けられる。また、ダミー振動子10aは、駆動振動子10bよりも十分広い幅であり、駆動振動子10bを衝撃等から保護する保護機能と、振動子ユニット3を所定位置に位置付けるためのガイド機能とを有する。

【0033】

各圧電振動子 10…は、固定端部を固定板 8 上に接合することにより、自由端部を固定板 8 の先端面よりも外側に突出させている。すなわち、各圧電振動子 10…は、いわゆる片持ち梁の状態で固定板 8 上に支持されている。そして、各圧電振動子 10…の自由端部は、圧電体と内部電極とを交互に積層して構成されており、対向する電極間に電位差を与えることで素子長手方向に伸縮する。

【0034】

フレキシブルケーブル 9 は、固定板 8 とは反対側となる固定端部の側面で圧電振動子 10 と電氣的に接続されている。そして、このフレキシブルケーブル 9 の表面には、圧電振動子 10 の駆動等を制御するための制御用 IC 11 が実装されている。また、各圧電振動子 10…を支持する固定板 8 は、圧電振動子 10 からの反力を受け止め得る剛性を備えた板状部材であり、ステンレス板等の金属板が好適に用いられる。

【0035】

上記のケース 2 は、例えば、エポキシ系樹脂等の熱硬化性樹脂で成型されたブロック状部材である。ここで、ケース 2 を熱硬化性樹脂で成型しているのは、この熱硬化性樹脂は、一般的な樹脂よりも高い機械的強度を有しており、線膨張係数が一般的な樹脂よりも小さく、周囲の温度変化による変形が小さいからである。そして、このケース 2 の内部には、振動子ユニット 3 を収納可能な収納空部 12 と、インクの流路の一部を構成するインク供給路 13 とが形成されている。また、ケース 2 の先端面には、共通インク室（リザーバ）14 となる先端凹部 15 が形成されている。

【0036】

収納空部 12 は、振動子ユニット 3 を収納可能な大きさの空部である。この収納空部 12 の先端側部分はケース内壁が側方に向けて部分的に突出しており、この突出部分の上面が固定板当接面として機能する。そして、振動子ユニット 3 は、各圧電振動子 10 の先端が開口から臨む状態で収納空部 12 内に収納される。この収納状態において、固定板 8 の先端面は固定板当接面に当接した状態で接着されている。

【0037】

先端凹部 15 は、ケース 2 の先端面を部分的に窪ませることにより作製されている。本実施形態の先端凹部 15 は、収納空部 12 よりも左右外側に形成された略台形状の凹部であり、収納空部 12 側に台形の下底が位置するように形成されている。

【0038】

インク供給路 13 は、ケース 2 の高さ方向を貫通するように形成され、先端が先端凹部 15 に連通している。また、インク供給路 13 における取付面側の端部は、取付面から突設した接続口 16 内に形成されている。

【0039】

上記の接続基板 5 は、記録ヘッド 1 に供給する各種信号用の電気配線が形成されると共に、信号ケーブルを接続可能なコネクタ 17 が取り付けられた配線基板である。そして、この接続基板 5 は、ケース 2 における取付面上に配置され、フレキシブルケーブル 9 の電気配線が半田付け等によって接続される。また、コネクタ 17 には、制御装置（図示せず）からの信号ケーブルの先端が挿入される。

【0040】

上記の供給針ユニット 6 は、インクカートリッジ（図示せず）が接続される部分であり、針ホルダ 18 と、インク供給針 19 と、フィルタ 20 とから概略構成される。

【0041】

インク供給針 19 は、インクカートリッジ内に挿入される部分であり、インクカートリッジ内に貯留されたインクを導入する。このインク供給針 19 の先端部は円錐状に尖っており、インクカートリッジ内に挿入し易くなっている。また、この先端部には、インク供給針 19 の内外を連通するインク導入孔が複数穿設されている。そして、本実施形態の記録ヘッド 1 は 2 種類のインクを吐出可能であるため、このインク供給針 19 を 2 本備えている。

【0042】

針ホルダ 18 は、インク供給針 19 を取り付けるための部材であり、その表面にはインク供給針 19 の根本部分を止着するための台座 21 を 2 本分横並びに形成している。この台座 21 は、インク供給針 19 の底面形状に合わせた円形状に

作製されている。また、台座底面の略中心には、針ホルダ 1 8 の板厚方向を貫通するインク排出口 2 2 を形成している。また、この針ホルダ 1 8 には、フランジ部を側方に延出している。

【 0 0 4 3 】

フィルタ 2 0 は、埃や成型時のバリ等のインク内の異物の通過を阻止する部材であり、例えば、目の細かな金属網によって構成される。このフィルタ 2 0 は、台座 2 1 内に形成されたフィルタ保持溝に接着されている。

【 0 0 4 4 】

そして、この供給針ユニット 6 は、図 2 に示すように、ケース 2 の取付面上に配設される。この配設状態において、供給針ユニット 6 のインク排出口 2 2 とケース 2 の接続口 1 6 とは、パッキン 2 3 を介して液密状態で連通する。

【 0 0 4 5 】

次に、上記の流路ユニット 4 について説明する。この流路ユニット 4 は、圧力発生室形成板 3 0 の一方の面にノズルプレート 3 1 を、圧力発生室形成板 3 0 の他方の面に弾性板 3 2 を接合した構成である。

【 0 0 4 6 】

圧力発生室形成板 3 0 は、図 4 に示すように、溝状窪部 3 3 と、連通口 3 4 と、逃げ凹部 3 5 とを形成した金属製の板状部材である。本実施形態では、この圧力発生室形成板 3 0 を、厚さ 0. 3 5 mm のニッケル製の基板を加工することで作製している。

【 0 0 4 7 】

ここで、基板としてニッケルを選定した理由について説明する。第 1 の理由は、このニッケルの線膨張係数が、ノズルプレート 3 1 や弾性板 3 2 の主要部を構成する金属（本実施形態では後述するようにステンレス）の線膨張係数と略等しいからである。すなわち、流路ユニット 4 を構成する圧力発生室形成板 3 0、弾性板 3 2 及びノズルプレート 3 1 の線膨張係数が揃うと、これらの各部材を加熱接着した際において、各部材は均等に膨張する。このため、膨張率の相違に起因する反り等の機械的ストレスが発生し難い。その結果、接着温度を高温に設定しても各部材を支障なく接着することができる。また、記録ヘッド 1 の作動時に圧

電振動子 10 が発熱し、この熱によって流路ユニット 4 が加熱されたとしても、流路ユニット 4 を構成する各部材 30, 31, 32 が均等に膨張する。このため、記録ヘッド 1 の作動に伴う加熱と作動停止に伴う冷却とが繰り返し行われても、流路ユニット 4 を構成する各部材 30, 31, 32 に剥離等の不具合は生じ難い。

【0048】

第 2 の理由は、防錆性に優れているからである。すなわち、この種の記録ヘッド 1 では水性インクが好適に用いられているので、長期間に亘って水が接触しても錆び等の変質が生じないことが肝要である。その点、ニッケルは、ステンレスと同様に防錆性に優れており、錆び等の変質が生じ難い。

【0049】

第 3 の理由は、展性に富んでいるからである。すなわち、圧力発生室形成板 30 を作製するにあたり、本実施形態では後述するように塑性加工（例えば、鍛造加工）で行っている。そして、圧力発生室形成板 30 に形成される溝状窪部 33 や連通口 34 は、極めて微細な形状であり、且つ、高い寸法精度が要求される。そして、基板にニッケルを用いると、展性に富んでいることから塑性加工であっても溝状窪部 33 や連通口 34 を高い寸法精度で形成することができる。

【0050】

なお、圧力発生室形成板 30 に関し、上記した各要件、すなわち、線膨張係数の要件、防錆性の要件、及び、展性の要件を満たすならば、ニッケル以外の金属で構成してもよい。

【0051】

溝状窪部 33 は、圧力発生室 29 となる溝状の窪部であり、図 5 に拡大して示すように、直線状の溝によって構成されている。本実施形態では、幅約 0.1 mm、長さ約 1.5 mm、深さ約 0.1 mm の溝を溝幅方向に 180 個列設している。この溝状窪部 33 の底面は、深さ方向（すなわち、奥側）に進むに連れて縮幅されて V 字状に窪んでいる。底面を V 字状に窪ませたのは、隣り合う圧力発生室 29, 29 同士を区画する隔壁部 28 の剛性を高めるためである。すなわち、底面を V 字状に窪ませることにより、隔壁部 28 の根本部分（底面側の部分）の

肉厚が厚くなって隔壁部 28 の剛性が高まる。そして、隔壁部 28 の剛性が高くなると、隣の圧力発生室 29 からの圧力変動の影響を受け難くなる。すなわち、隣の圧力発生室 29 からのインク圧力の変動が伝わり難くなる。また、底面を V 字状に窪ませることにより、溝状窪部 33 を塑性加工によって寸法精度よく形成することもできる（後述する）。そして、この V 字の角度は、加工条件によって規定されるが、例えば 90 度前後である。さらに、隔壁部 28 における先端部分の肉厚が極く薄いことから、各圧力発生室 29 … を密に形成しても必要な容積を確保することができる。

【0052】

また、本実施形態における溝状窪部 33 に関し、その長手方向両端部は、奥側に進むにつれて内側に下り傾斜している。すなわち、溝状窪部 33 の長手方向両端部は、面取形状に形成されている。このように構成したのも、溝状窪部 33 を塑性加工によって寸法精度よく形成するためである。

【0053】

さらに、両端部の溝状窪部 33、33 に隣接させてこの溝状窪部 33 よりも幅広なダミー窪部 36 を 1 つずつ形成している。このダミー窪部 36 は、インク滴の吐出に関与しないダミー圧力発生室となる溝状の窪部である。本実施形態のダミー窪部 36 は、幅約 0.2 mm、長さ約 1.5 mm、深さ約 0.1 mm の溝によって構成されている。そして、このダミー窪部 36 の底面は、W 字状に窪んでいる。これも、隔壁部 28 の剛性を高めるため、及び、ダミー窪部 36 を塑性加工によって寸法精度よく形成するためである。

【0054】

そして、各溝状窪部 33 … 及び一対のダミー窪部 36、36 によって窪部列が構成される。本実施形態では、この窪部列を横並びに 2 列形成している。

【0055】

連通口 34 は、溝状窪部 33 の一端から板厚方向を貫通する貫通孔として形成している。この連通口 34 は、溝状窪部 33 毎に形成されており、1 つの窪部列に 180 個形成されている。本実施形態の連通口 34 は、開口形状が矩形状であり、圧力発生室形成板 30 における溝状窪部 33 側から板厚方向の途中まで形成

した第1連通口37と、溝状窪部33とは反対側の表面から板厚方向の途中まで形成した第2連通口38とから構成されている。

【0056】

そして、第1連通口37と第2連通口38とは断面積が異なっており、第2連通口38の内寸法が第1連通口37の内寸法よりも僅かに小さく設定されている。これは、連通口34をプレス加工によって作製していることに起因する。すなわち、この圧力発生室形成板30は、厚さ0.35mmのニッケル板を加工することで作製しているため、連通口34の長さは、溝状窪部33の深さを差し引いても0.25mm以上となる。そして、連通口34の幅は、溝状窪部33の溝幅よりも狭くする必要があるので、0.1mm未満に設定される。このため、連通口34を1回の加工で打ち抜こうとすると、アスペクト比の関係で雄型（ポンチ）が座屈するなどしてしまう。そこで、本実施形態では、加工を2回に分け、1回目の加工では第1連通口37を板厚方向の途中まで形成し、2回目の加工で第2連通口38を形成している。なお、この連通口34の加工手順については、後で説明する。

【0057】

また、ダミー窪部36にはダミー連通口39が形成されている。このダミー連通口39は、上記の連通口34と同様に、第1ダミー連通口40と第2ダミー連通口41とから構成されており、第2ダミー連通口41の内寸法が第1ダミー連通口40の内寸法よりも小さく設定されている。

【0058】

なお、本実施形態では、上記の連通口34及びダミー連通口39に関し、開口形状が矩形状の貫通孔によって構成されたものを例示したが、この形状に限定されるものではない。例えば、円形に開口した貫通孔によって構成してもよい。

【0059】

逃げ凹部35は、共通インク室14におけるコンプライアンス部46の作動用空間を形成する。本実施形態では、ケース2の先端凹部15と略同じ形状であって、深さが溝状窪部33と等しい台形状の凹部によって構成している。

【0060】

次に、上記の弾性板 32 について説明する。この弾性板 32 は、封止板の一種であり、例えば、支持板 42 上に弾性体膜 43 を積層した二重構造の複合材（本発明の金属材の一種）によって作製される。本実施形態では、支持板 42 としてステンレス板を用い、弾性体膜 43 として PPS（ポリフェニレンサルファイド）を用いている。

【0061】

図 6 に示すように、弾性板 32 には、ダイヤフラム部 44 と、インク供給口 45 と、コンプライアンス部 46 とを形成している。

【0062】

ダイヤフラム部 44 は、圧力発生室 29 の一部を区画する部分である。すなわち、ダイヤフラム部 44 は溝状窪部 33 の開口面を封止し、この溝状窪部 33 と共に圧力発生室 29 を区画形成する。このダイヤフラム部 44 は、図 7 (a) に示すように、溝状窪部 33 に対応した細長い形状であり、溝状窪部 33 を封止する封止領域に対し、各溝状窪部 33 …毎に形成されている。具体的には、ダイヤフラム部 44 の幅は溝状窪部 33 の溝幅と略等しく設定され、ダイヤフラム部 44 の長さは溝状窪部 33 の長さよりも多少短く設定されている。長さに関し、本実施形態では、溝状窪部 33 の長さの約 2/3 に設定されている。そして、形成位置に関し、図 2 に示すように、ダイヤフラム部 44 の一端を、溝状窪部 33 の一端（連通口 34 側の端部）に揃えている。

【0063】

このダイヤフラム部 44 は、図 7 (b) に示すように、溝状窪部 33 に対応する部分の支持板 42 をエッチング等によって環状に除去して弾性体膜 43 のみとすることで作製され、この環内には島部 47 を形成している。この島部 47 は、圧電振動子 10 の先端面が接合される部分である。

【0064】

インク供給口 45 は、圧力発生室 29 と共通インク室 14 とを連通するための孔であり、弾性板 32 の板厚方向を貫通している。このインク供給口 45 も、ダイヤフラム部 44 と同様に、溝状窪部 33 に対応する位置に各溝状窪部 33 …毎に形成されている。このインク供給口 45 は、図 2 に示すように、連通口 34 と

は反対側の溝状窪部 33 の他端に対応する位置に穿設されている。また、このインク供給口 45 の直径は、溝状窪部 33 の溝幅よりも十分に小さく設定されている。本実施形態では、23 ミクロンの微細な貫通孔によって構成している。

【0065】

このようにインク供給口 45 を微細な貫通孔にした理由は、圧力発生室 29 と共通インク室 14 との間に流路抵抗を付与するためである。すなわち、この記録ヘッド 1 では、圧力発生室 29 内のインクに付与した圧力変動を利用してインク滴を吐出させている。このため、インク滴を効率よく吐出させるためには、圧力発生室 29 内のインク圧力をできるだけ共通インク室 14 側に逃がさないようにすることが肝要である。この観点から本実施形態では、インク供給口 45 を微細な貫通孔によって構成している。

【0066】

そして、本実施形態のように、インク供給口 45 を貫通孔によって構成すると、加工が容易であり、高い寸法精度が得られるという利点がある。すなわち、このインク供給口 45 は貫通孔であるため、レーザー加工による作製が可能である。従って、微細な直径であっても高い寸法精度で作製でき、作業も容易である。

【0067】

コンプライアンス部 46 は、共通インク室 14 の一部を区画する部分である。すなわち、コンプライアンス部 46 と先端凹部 15 とで共通インク室 14 を区画形成する。このコンプライアンス部 46 は、先端凹部 15 の開口形状と略同じ台形状であり、支持板 42 の部分をエッチング等によって除去し、弾性体膜 43 だけにすることで作製される。

【0068】

なお、弾性板 32 を構成する支持板 42 及び弾性体膜 43 は、この例に限定されるものではない。例えば、弾性体膜 43 としてポリイミドを用いてもよい。また、この弾性板 32 を、ダイヤフラム部 44 になる厚肉部及び該厚肉部周辺の薄肉部と、コンプライアンス部 46 になる薄肉部とを設けた金属板で構成してもよい。

【0069】

次に、上記のノズルプレート 31 について説明する。ノズルプレート 31 は、ノズル開口 48 を列設した金属製の板状部材である。本実施形態ではステンレス板を用い、ドット形成密度に対応したピッチで複数のノズル開口 48…を開設している。本実施形態では、合計 180 個のノズル開口 48…を列設してノズル列を構成し、このノズル列を 2 列横並びに形成している。そして、このノズルプレート 31 を圧力発生室形成板 30 の他方の表面、すなわち、弾性板 32 とは反対側の表面に接合すると、対応する連通口 34 に各ノズル開口 48…が臨む。

【0070】

そして、上記の弾性板 32 を、圧力発生室形成板 30 の一方の表面、すなわち、溝状窪部 33 の形成面に接合すると、ダイヤフラム部 44 が溝状窪部 33 の開口面を封止して圧力発生室 29 が区画形成される。同様に、ダミー窪部 36 の開口面も封止されてダミー圧力発生室が区画形成される。また、上記のノズルプレート 31 を圧力発生室形成板 30 の他方の表面に接合するとノズル開口 48 が対応する連通口 34 に臨む。この状態で島部 47 に接合した圧電振動子 10 を伸縮すると、島部周辺の弾性体膜 43 が変形し、島部 47 が溝状窪部 33 側に押されたり、溝状窪部 33 側から離隔する方向に引かれたりする。この弾性体膜 43 の変形により、圧力発生室 29 が膨張したり収縮したりして圧力発生室 29 内のインクに圧力変動が付与される。

【0071】

さらに、弾性板 32（すなわち、流路ユニット 4）をケース 2 に接合すると、コンプライアンス部 46 が先端凹部 15 を封止する。このコンプライアンス部 46 は、共通インク室 14 に貯留されたインクの圧力変動を吸収する。すなわち、貯留されたインクの圧力に応じて弾性体膜 43 が膨張したり収縮したりして変形する。そして、上記の逃げ凹部 35 は、弾性体膜 43 の膨張時において、弾性体膜 43 が膨らむための空間を形成する。

【0072】

上記構成の記録ヘッド 1 は、インク供給針 19 から共通インク室 14 までの共通インク流路と、共通インク室 14 から圧力発生室 29 を通って各ノズル開口 48…に至る個別インク流路とを有する。そして、インクカートリッジに貯留され

たインクは、インク供給針 19 から導入されて共通インク流路を通して共通インク室 14 に貯留される。この共通インク室 14 に貯留されたインクは、個別インク流路を通じてノズル開口 48 から吐出される。

【0073】

例えば、圧電振動子 10 を収縮させると、ダイヤフラム部 44 が振動子ユニット 3 側に引っ張られて圧力発生室 29 が膨張する。この膨張により圧力発生室 29 内が負圧化されるので、共通インク室 14 内のインクがインク供給口 45 を通って各圧力発生室 29 に流入する。その後、圧電振動子 10 を伸張させると、ダイヤフラム部 44 が圧力発生室形成板 30 側に押されて圧力発生室 29 が収縮する。この収縮により、圧力発生室 29 内のインク圧力が上昇し、対応するノズル開口 48 からインク滴が吐出される。

【0074】

そして、この記録ヘッド 1 では、圧力発生室 29（溝状窪部 33）の底面が V 字状に窪んでいる。このため、隣り合う圧力発生室 29，29 同士を区画する隔壁部 28 は、その根本部分の肉厚が先端部分の肉厚よりも厚く形成される。これにより、隔壁部 28 の剛性を従来よりも高めることができる。従って、インク滴の吐出時において、圧力発生室 29 内にインク圧力の変動が生じたとしても、その圧力変動を隣の圧力発生室 29 に伝わり難くすることができる。その結果、所謂隣接クロストークを防止でき、インク滴の吐出を安定化できる。

【0075】

また、本実施形態では、共通インク室 14 と圧力発生室 29 とを連通するインク供給口 45 を、弾性板 32 の板厚方向を貫通する微細孔によって構成したので、レーザー加工等によって高い寸法精度が容易に得られる。これにより、各圧力発生室 29 …へのインクの流入特性（流入速度や流入量等）を高いレベルで揃えることができる。さらに、レーザー光線によって加工を行った場合には、加工も容易である。

【0076】

また、本実施形態では、列端部の圧力発生室 29，29 に隣接させてインク滴の吐出に関与しないダミー圧力発生室（すなわち、ダミー窪部 36 と弾性板 32

とによって区画される空部)を設けたので、これらの両端の圧力発生室 29, 29 に関し、片側には隣りの圧力発生室 29 が形成され、反対側にはダミー圧力発生室が形成されることになる。これにより、列端部の圧力発生室 29, 29 に関し、その圧力発生室 29 を区画する隔壁の剛性を、列途中の他の圧力発生室 29 …における隔壁の剛性に揃えることができる。その結果、一列全ての圧力発生室 29 のインク滴吐出特性を揃えることができる。

【0077】

さらに、このダミー圧力発生室に関し、列設方向側の幅を各圧力発生室 29 …の幅よりも広くしている。換言すれば、ダミー窪部 36 の幅を溝状窪部 33 の幅よりも広くしている。これにより、列端部の圧力発生室 29 と列途中の圧力発生室 29 の吐出特性をより高い精度で揃えることができる。

【0078】

さらに、本実施形態では、ケース 2 の先端面を部分的に窪ませて先端凹部 15 を形成し、この先端凹部 15 と弾性板 32 とにより共通インク室 14 を区画形成しているので、共通インク室 14 を形成するための専用部材が不要であり、構成の簡素化が図れる。また、このケース 2 は樹脂成型によって作製されているので、先端凹部 15 の作製も比較的容易である。

【0079】

次に、上記記録ヘッド 1 の製造方法について説明する。なお、この製造方法では、上記の圧力発生室形成板 30 の製造工程に特徴を有しているので、圧力発生室形成板 30 の製造工程を中心に説明することにする。なお、この圧力発生室形成板 30 は、順送り型による鍛造加工によって作製される。また、圧力発生室形成板 30 の素材として使用する帯板は、上記したようにニッケル製である。

【0080】

圧力発生室形成板 30 の製造工程は、溝状窪部 33 を形成する溝状窪部形成工程と、連通口 34 を形成する連通口形成工程とからなり、順送り型によって行われる。

【0081】

溝状窪部形成工程では、図 8 に示す雄型 51 と図 9 に示す雌型 52 とを用いる

。この雄型 5 1 は、溝状窪部 3 3 を形成するための金型である。この雄型には、溝状窪部 3 3 を形成するための突条部 5 3 を、溝状窪部 3 3 と同じ数だけ列設してある。また、列設方向両端部の突条部 5 3 に隣接させてダミー窪部 3 6 を形成するためのダミー突条部（図示せず）も設ける。突条部 5 3 の先端部分 5 3 a は先細りした山形とされており、例えば図 8（b）に示すように、幅方向の中心から 4 5 度程度の角度で面取りされている。すなわち、突条部 5 3 の先端に形成した山形の斜面により楔状の先端部分 5 3 a が形成されている。これにより、長手方向から見て V 字状に尖っている。また、先端部分 5 3 a における長手方向の両端は、図 8（a）に示すように、4 5 度程度の角度で面取りしてある。このため、突条部 5 3 の先端部分 5 3 a は、三角柱の両端を面取りした形状となっている。

【 0 0 8 2 】

また、雌型 5 2 には、その上面に筋状突起 5 4 が複数形成されている。この筋状突起 5 4 は、隣り合う圧力発生室 2 9， 2 9 同士を区画する隔壁の形成を補助するものであり、溝状窪部 3 3， 3 3 同士の間に位置する。この筋状突起 5 4 は四角柱状であり、その幅は、隣り合う圧力発生室 2 9， 2 9 同士の間隔（隔壁の厚み）よりも若干狭く設定されており、高さは幅と同程度である。また、筋状突起 5 4 の長さは溝状窪部 3 3（突条部 5 3）の長さと同程度に設定されている。

【 0 0 8 3 】

そして、溝状窪部形成工程では、まず、図 1 0（a）に示すように、雌型 5 2 の上面に素材であるとともに圧力発生室形成板である帯板 5 5 を載置し、帯板 5 5 の上方に雄型 5 1 を配置する。次に、図 1 0（b）に示すように、雄型 5 1 を下降させて突条部 5 3 の先端部を帯板 5 5 内に押し込む。このとき、突条部 5 3 の先端部分 5 3 a を V 字状に尖らせているので、突条部 5 3 を座屈させることなく先端部分 5 3 a を帯板 5 5 内に確実に押し込むことができる。この突条部 5 3 の押し込みは、図 1 0（c）に示すように、帯板 5 5 の板厚方向の途中まで行う。

【 0 0 8 4 】

突条部 5 3 の押し込みにより、帯板 5 5 の一部分が流動し、溝状窪部 3 3 が形

成される。ここで、突条部 53 の先端部分 53 a が V 字状に尖っているので、微細な形状の溝状窪部 33 であっても、高い寸法精度で作製することができる。すなわち、先端部分 53 a で押された部分が円滑に流れるので、形成される溝状窪部 33 は突条部 53 の形状に倣った形状に形成される。このときに、先端部分 53 a で押し分けられるようにして流動した素材は、突条部 53 のあいだに設けられた空隙部 53 b 内に流入し隔壁部 28 が成形される。さらに、先端部分 53 a における長手方向の両端も面取りしてあるので、当該部分で押圧された帯板 55 も円滑に流れる。従って、溝状窪部 33 の長手方向両端部についても高い寸法精度で作製できる。

【0085】

また、突条部 53 の押し込みを板厚方向の途中で止めているので、貫通孔として形成する場合よりも厚い帯板 55 を用いることができる。これにより、圧力発生室形成板 30 の剛性を高めることができ、インク滴の吐出特性の向上が図れる。また、圧力発生室形成板 30 の取り扱いも容易になる。

【0086】

また、突条部 53 で押圧されたことにより、帯板 55 の一部は隣り合う突条部 53, 53 の空間内に隆起する。ここで、雌型 52 に設けた筋状突起 54 は、突条部 53, 53 同士の間に対応する位置に配置されているので、この空間内への帯板 55 の流れを補助する。これにより、突条部 53 間の空間に対して効率よく帯板 55 を導入することができ、隆起部を高く形成できる。

【0087】

上記溝状窪部 33 等の成形は、上述のとおりであるが、そのような成形工程においては、前述のように素材板 55 の位置決めが重要になってくる。すなわち、素材板 55 に鍛造加工を行って圧力発生室形成板 30 を成形するときには、素材板と鍛造金型との相対位置を正確に設定しておかなければならない。この相対位置がずれたりしていると、加工形状部すなわち圧力発生室 29 となる溝状窪部 33 が素材板上において正しい位置とならないために、圧力発生室形成板 30 を流路ユニット 4 として組立てたときの組立て精度が低下し、極端な場合にはインク滴の吐出特性に支障を来す恐れがある。

【 0 0 8 8 】

上記の素材板 5 5 と鍛造金型との正しい相対位置を確定するために、鍛造金型から起立させた基準ピンを受け入れる基準穴が素材板にあけてあり、基準穴に基準ピンが入りこむことによって、素材板の加工形状部と鍛造金型との相対位置が決定づけられる。この場合においては、加工形状部に塑性加工がなされるときに、素材板に素材の塑性流動が発生し、この変位によって上記基準穴が変形したりその位置が狂ったりする恐れがある。

【 0 0 8 9 】

これらの基準穴の変形や位置ずれの問題は、すでに述べたが、この問題に重点をおいた実施の形態を以下のとおり説明する。

【 0 0 9 0 】

なお、前述の雄型 5 1 および雌型 5 2 により帯板（素材） 5 5 に塑性加工を行うときには、常温の温度条件下であり、また、以下に説明する塑性加工においても同様に常温の温度条件で塑性加工を行っている。

【 0 0 9 1 】

図 1 1 ～図 1 5 は、上記の素材の塑性流動を素材板 5 5 にあけた貫通穴で抑制するものの実施の形態を示す。なお、すでに説明された部位と同じ機能を果たす部位については、同一の符号を図中に記載してある。

【 0 0 9 2 】

図 1 1 (B) は、順送りされる帯状の素材板 5 5 がフープ 6 3 から繰り出されて鍛造加工機 6 4 に供給され、同加工機 6 4 内で順次加工されて行く状態を簡略的に示している。なお、上記フープ 6 3 は回転支持装置（リワインド装置） 6 5 に支持され、所定の加工ステージを経て加工が完了した圧力発生室形成板 3 0 は部品受け箱 6 6 に入れられる。

【 0 0 9 3 】

鍛造加工機 6 4 は、上下方向に往復動作をするスライダ 6 7 に複数の雄型 6 8 が装備されている。また、静止している基台 6 9 には上記雄型 6 8 と対をなす雌型 7 0 が配置されている。鍛造加工機 6 4 には (B) の左から順に、加工ステージ S 1, S 2, S 3, S 4, S 5 が配列され、前述の図 8, 図 9 に示した雄型 5

1 や雌型 5 2 は、加工ステージ S 4 または S 5 に配置されている。

【 0 0 9 4 】

各加工ステージ S 1 ～ S 5 に順次送られてきた素材板 5 5 の位置を決めて、加工形状部 7 1 （（A）参照）と雄型 6 8 や雌型 7 0 との相対位置を設定するために、基準ピン 7 2 が雌型 7 0 に起立させてある。この基準ピン 7 2 は、図示していないが各加工ステージ S 1 ～ S 5 ごとに 2 本 1 組として配置され、各組の基準ピン 7 2 は素材板 5 5 の順送り方向に直交する方向に向かい合わせて配置されている。したがって、（A）に示す基準穴 7 3 は、各加工ステージに対応した加工形状部 7 1 ごとに左右に一对設けられている。なお、基準ピン 7 2 の断面は円形であり、また、基準穴 7 3 も円形である。

【 0 0 9 5 】

素材板 5 5 を順次つぎの加工ステージに送るフィーディング機構は、一般的に採用されているスクエアーモーションをする機構により行われ、素材板 5 5 がリフトアップされて基準ピン 7 2 から離脱しているときに、つぎの加工ステージへ送られてリフトダウンをすると、つぎの基準ピン 7 2 が素材板 5 5 の基準穴 7 3 に相対的に進入してつぎの加工のための位置決めが行われる。このような順送りに伴う基準ピン 7 2 と基準穴 7 3 との合致は、各加工ステージ S 1 ～ S 5 において一斉に行われる。

【 0 0 9 6 】

なお、符号 7 4 はスライダ 6 7 の最終加工として行われるカッタであり、このカッティングにより、1 つの部品としての圧力発生室形成板 3 0 が完成する。

【 0 0 9 7 】

上記加工形状部 7 1 は、上記溝状窪部 3 3，逃げ凹部 3 5，連通口 3 4 等であり、これらの加工において素材の塑性流動が加工形状部 7 1 から遠ざかる方向に発生する。このような素材の塑性流動による応力が基準穴 7 3 に伝達されると、基準穴 7 3 が変形を来す恐れがでてくる。もし、このような応力で基準穴 7 3 が変形して楕円形になったりすると、基準ピン 7 2 から抜けにくくなるとともに、つぎの加工ステージでは逆に基準ピン 7 2 と基準穴 7 3 とが合致しにくくなる。さらに、上記の素材の塑性流動により基準穴 7 3 の位置が加工形状部 7 1 から遠

ざかる方向に変位することもある。

【0098】

上記のような問題とされる現象を防止するために、加工形状部 7 1 と基準穴 7 3 のあいだの素材板 5 5 に貫通穴 7 5 があけられている。図 1 1 (A) の場合は、貫通穴 7 5 が細長い空隙 7 6 とされ、この空隙 7 6 の長手方向の向きは、加工形状部 7 1 と基準穴 7 3 のあいだを横切るように設定されている。

【0099】

上記加工形状部 7 1 においては、溝状窪部 3 3 の形状をした圧力発生室 2 9 , ダミー圧力発生室 3 6 , 連通口 3 4 , コンプライアンス部 4 6 の凹部 3 5 等の各種構造部分が加圧成形されるので、その際に素材板 5 5 には加工形状部 7 1 から遠ざかる方向に素材 5 5 の塑性流動が発生する。このような素材の塑性流動あるいはそれに伴う応力や変位は、上記貫通穴 7 5 に伝達され貫通穴 7 5 が縮むような変形状態になって、素材 5 5 の塑性流動が吸収される。したがって、このような素材の塑性流動は基準穴 7 3 におよぶことがなく、基準穴 7 3 が変形したりその位置がずれたりするようなことが防止でき、前述のような圧力発生室 2 9 の成形品質や流路ユニット 4 の組立て品質等の問題が解決される。

【0100】

また、素材 5 5 の塑性流動の量という面から見ると、溝状窪部 3 3 をはじめとして、ダミー圧力発生室 3 6 , 連通口 3 4 , コンプライアンス部 4 6 の凹部 3 5 等の各種構造部分の加工成形により、素材 5 5 の塑性流動量が多く発生するのであるが、上記空隙 7 6 の吸収機能によって、基準穴 7 3 への影響が遮断される。

【0101】

上記貫通穴 7 5 は、細長い空隙 7 6 の形状であるが、この空隙 7 6 の長手方向の向きは、加工形状部 7 1 と基準穴 7 3 のあいだを横切るように設定されているので、細長い空隙状の貫通穴 7 5 はその長手方向に略直交する方向からの素材 5 5 の塑性流動に対しては、ほとんど反力を呈することなく順応性のよい変形吸収を果たすことになるので、基準穴 7 3 への影響を遮断するのに好適である。

【0102】

図 1 2 に示す空隙 7 6 の配置の例は、加工形状部 7 1 と基準穴 7 3 とのあいだ

に 3 本、左右で 6 本配置されている。加工形状部 7 1 の直ぐ横に 2 本縦方向に並べ、さらに、その横に 1 本縦方向に配列してある。したがって、上記のようなほとんど反力を呈することのない順応性のよい変形吸収が、列設された複数の空隙 7 6 で行われるので、より確実に基準穴 7 3 への影響を遮断できる。

【0103】

図 1 1 (B) のような連続加工式の鍛造加工機 6 4 においては、各部の加工順序が、例えば加工ステージ S 1 において基準穴 7 3 と空隙 7 6 が同時にあけられ、その後、加工ステージ S 2 において溝状窪部 3 3 の予備成形がなされ、さらに、加工ステージ S 3 において溝状窪部 3 3 の仕上げ成形が行われるという順序で最終工程まで進行して行く。すなわち、加工形状部 7 1 は加工ステージ S 1, S 2, S 3 . . . が順次進行して行くのにもなって、加工が順次進行して行くのである。なお、前述の雄型 5 1, 雌型 5 2 は加工ステージ S 2 または S 3 の箇所に取付けられている。

【0104】

このような加工ステージ S 1, S 2, S 3 . . . の順送り方式において、各加工ステージごとに加工形状部 7 1 からの素材 5 5 の塑性流動が空隙 7 6 によって抑制されるので、順次進行する後工程（後加工ステージ）においても基準穴 7 3 の変形が防止されるとともに正しい位置を維持できる。

【0105】

上記加工形状部 7 1 は、複数回の塑性加工によって加工を完了するので、1 回の塑性加工のたびに生じる塑性流動を空隙 7 6 で吸収し、基準穴 7 3 の位置精度を維持できるため、複数回の塑性加工によって完了する加工形状部 7 1 すなわち圧力発生室 2 9 や凹部 3 5 等の形状精度や寸法精度を高精度に仕上げることができる。

【0106】

各部の加工成形は、図 1 1 (B) のような連続加工式の鍛造加工機 6 4 によって進行するのであるが、図 1 3 は各加工ステージに配置されている各種金型を 1 箇所に集約して図示してある。基準穴 7 3 をあけるパンチ 7 7 と空隙 7 6 をあけるパンチ 7 8 が加工ステージ S 1 に装着され、雄型 5 1 と雌型 5 2 が予備成形用

として加工ステージ S2 に仕上げ成形用として加工ステージ S3 に装着されている。

【0107】

空隙 76 があけられるタイミングは、加工形状部 71 が成形される前である。こうすることにより、加工形状部 71 から素材 55 の塑性流動が発生するときには、すでに空隙 76 が準備されているので、素材 55 の塑性流動が確実に空隙 76 で遮断され、基準穴 73 の変形やその位置を狂わせるような要因が確実に除去される。また、空隙 76 は少なくとも基準穴 73 と同時にあけられるので、加工形状部 71 に加工が施される前に、空隙 76 と基準穴 73 が同時にあけられるので、加工形状部 71 からの素材 55 の塑性流動が確実に遮断されるとともに、空隙 76 と基準穴 73 をあける時間が短縮される。

【0108】

図 14 は、帯状の素材板 55 に対して順次加工が進行して行く状況を示す。言い換えると、図 11 (B) の鍛造加工機 64 から素材板 55 を外して、各加工段階の進行を示している。図 14 (A) は、基準穴 73 と空隙 76 がパンチ 77, 78 により打抜かれた状態である。(B) は、略 L 字型のトリミング用の開口 79 が 4 箇所打抜かれて製品部になる圧力発生室形成板 30 の素材領域が設定された状態である。(C) は、上記逃げ凹部 35 の窪部成形と研磨面積減少のための打抜き穴 80 が成形された状態である。(D) は、溝状窪部 33 からなる圧力発生室 29 が成形され、これら圧力発生室 29 はその幅方向に列設され、そのような圧力発生室 29 の列が 2 列成形されている。また、各圧力発生室 29 の列の端部には、ダミー圧力発生室 36 が成形されている。(E) は、トリミングされて部品としての圧力発生室形成板 30 が完成した状態を示す。

【0109】

図 14 に示す空隙 76 は、複数の空隙 76 が組合されているもので、ここでは横 T 字型の形状とされている。このような空隙形状とするのは、加工形状部 71 の形状によって発生する素材の塑性流動に適応させるためである。縦方向の長部 76 A が主として基準穴 73 への影響を遮断する機能を果たしているのであるが、それを補うために横向きの短部 76 B が配置してある。すなわち、長部 76 A

だけの変形だけでは不十分なので短部 7 6 B を付加し、空隙 7 6 A, 7 6 B 全体としての変形性を増大させている。

【 0 1 1 0 】

上記のような横 T 字型の空隙 7 6 A, 7 6 B は、上下に配置されている開口 7 9 を成形するときの応力が上下方向の成分として作用するので、長部 7 6 A と短部 7 6 B が交わる箇所に空隙 7 6 の変形性を付与している。

【 0 1 1 1 】

つまり、上記の横 T 字型の空隙 7 6 A, 7 6 B は、加工形状部 7 1 の形状によって発生する素材の塑性流動状態すなわち流動の方向や流動量に応じて空隙 7 6 の形状を適宜選定しているのである。したがって、最も吸収効率のよい空隙形状とし、基準穴 7 3 への影響を消滅させることができる。また、加工形状部 7 1 からの素材 5 5 の塑性流動や応力の状態により、貫通穴 7 5 を長円形、楕円形、円弧形等にして、最適の貫通穴形状として良好な吸収変形を起させることができる。

【 0 1 1 2 】

図 1 5 (A) は、空隙 7 6 の幅が加工形状部 7 1 と素材板 5 5 とを接続する接続部 8 1 の幅よりも大きくされている場合である。(A) において、T 1 は空隙 7 6 の幅を T 2 は接続部 8 1 の幅を示しており、 $T 1 > T 2$ とされている。こうすることにより、通常狭い幅とされている接続部 8 1 へ集中しようとする応力が、接続部 8 1 の幅よりも大きな幅とされた空隙 7 6 に集中するので、細い接続部 8 1 の折損等が予防される。

【 0 1 1 3 】

図 1 5 (B) に示した空隙 7 6 には、その長部 7 6 A の端部にアール部 8 2 が成形してある。ここでは、(B) に示すように応力が集中しやすい側に片寄せて円弧状に打抜いた形状とされている。すなわち、加工形状部 7 1 からの素材 5 5 の塑性流動により、空隙 7 6 の幅は縮まったり復元したりするので、空隙 7 6 の端部には応力集中が繰返して作用し、この繰返し回数が過度になると空隙 7 6 の端部に亀裂が入り、最悪の場合には切断して加工ができなくなる恐れがある。上記のアール部 8 2 は、このような応力の集中を緩和しているので、亀裂発生等の

問題が完全に解消する。

【0114】

上記素材板 55 は所定の大きさに設定され、この素材板 55 に所定数量の圧力発生室形成板 30 を成形することにより、各圧力発生室形成板 30 が成形される素材板 55 ごとに基準穴 73 の変形等が防止され、各素材板 55 ごとに正確な位置決め機能が果たされる。

【0115】

上記溝状窪部 33 は、所定ピッチで列設されている。溝状窪部 33 を成形する雄型 51 の突条部 53 が所定ピッチで配列されているので、素材加圧による素材 55 の塑性流動量が均一となり、空隙 76 における変位等の吸収負担も均一化され、所定吸収能力の空隙 76 を準備しておくことにより、各空隙 76 の吸収機能が均一にかつ十分に果たされ、基準穴 73 の変形等が確実に回避される。

【0116】

上記溝状窪部 33 のピッチ寸法は 0.14 mm であり、この鍛造加工で精密な微細部品であるインクジェット式記録ヘッドの圧力発生室 29 を加工するようなときに、きわめて精巧な鍛造加工が可能となる。図示の実施の形態は、溝状窪部 33 のピッチは 0.14 mm であるが、このピッチについては、0.3 mm 以下とすることにより、液体噴射ヘッド等の部品加工等においてより好適な仕上げとなる。このピッチは好ましくは 0.2 mm 以下、より好ましくは 0.15 mm 以下である。

【0117】

上記素材板 55 をニッケル板で構成することにより、ニッケル自体の線膨張係数が低く熱伸縮の現象が他の部品と同調して良好に果たされ、また、防錆性にすぐれ、さらに鍛造加工で重要視される展性に富んでいる等、良好な効果がえられる。さらに、このような微細な構造の加工成形としては、一般に、異方性エッチングの手法が採用されるのであるが、このような手法は加工工数が多大なものとなるので、製造原価の面で不利である。それに対して、上記の鍛造加工方法をニッケル等の素材に使用すれば、加工工数が大幅に削減され、原価的にも極めて有利である。

【0118】

図16に例示した記録ヘッド1'は、本発明を適用することのできる事例であり、圧力発生素子として発熱素子61を用いたものである。この例では、上記の弾性板32に代えて、コンプライアンス部46とインク供給口45とを設けた封止基板62を用い、この封止基板62によって圧力発生室形成板30における溝状窪部33側を封止している。また、この例では、圧力発生室29内における封止基板62の表面に発熱素子61を取り付けている。この発熱素子61は電気配線を通じて給電されて発熱する。なお、圧力発生室形成板30やノズルプレート31等、その他の構成は上記実施形態と同様であるので、その説明は省略する。

【0119】

この記録ヘッド1'では、発熱素子61への給電により、圧力発生室29内のインクが突沸し、この突沸によって生じた気泡が圧力発生室29内のインクを加圧する。この加圧により、ノズル開口48からインク滴が吐出される。そして、この記録ヘッド1'でも、圧力発生室形成板30を金属の塑性加工で作製しているので、上記した実施形態と同様の作用効果を奏する。

【0120】

また、連通口34に関し、上記実施形態では、溝状窪部33の一端部に設けた例を説明したが、これに限らない。例えば、連通口34を溝状窪部33における長手方向略中央に形成して、溝状窪部33の長手方向両端にインク供給口45及びそれと連通する共通インク室14を配置してもよい。このようにすることによりインク供給口45から連通口34に至る圧力発生室29内におけるインクの淀みを防止できるので、好ましい。

【0121】

上述の実施の形態は、インクジェット式記録装置に使用される記録ヘッドであるが、本発明における液体噴射ヘッドは、インクジェット式記録装置用のインクだけを対象にするのではなく、グルー、マニキュア、導電性液体（液体金属）等を噴射することができる。

【0122】

【発明の効果】

以上のように、本発明の液体噴射ヘッドの製造方法によれば、上記加工形状部においては、溝状窪部の形状をした圧力発生室，ダミー圧力発生室，連通口，コンプライアンス部の凹部等の各種構造部分が加圧成形されるので、その際に素材板には加工形状部から遠ざかる方向に素材の塑性流動が発生する。このような素材の塑性流動あるいはそれに伴う応力は、上記貫通穴に伝達され貫通穴が縮むような変形状態になって、素材の塑性流動が吸収される。したがって、このような素材の塑性流動は基準穴におよぶことがなく、基準穴が変形したりその位置がずれたりするようなことが防止でき、前述のような圧力発生室の成形品質や流路ユニットの組立て品質等の問題が解決される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

インクジェット式記録ヘッドの分解斜視図である。

【図 2】

インクジェット式記録ヘッドの断面図である。

【図 3】

(A) 及び (B) は、振動子ユニットを説明する図である。

【図 4】

圧力発生室形成板の平面図である。

【図 5】

圧力発生室形成板の説明図であり、(a) は図 4 における X 部分の拡大図、(b) は (a) における A-A 断面図、(c) は (a) における B-B 断面図である。

【図 6】

弾性板の平面図である。

【図 7】

弾性板の説明図であり、(a) は図 6 における Y 部分の拡大図、(b) は (a) における C-C 断面図である。

【図 8】

(a) 及び (b) は、溝状窪部の形成に用いる雄型を説明する図である。

【図 9】

(a) 及び (b) は、溝状窪部の形成に用いる雌型を説明する図である。

【図 1 0】

(a) ～ (c) は、溝状窪部の形成を説明する模式図である。

【図 1 1】

(A) は帯状の素材板に加工形状部等が成形された状態を示す平面図、(B) は鍛造加工機の側面図である。

【図 1 2】

素材板に加工形状部等が成形された状態を示す平面図である。

【図 1 3】

素材板と各種金型との位置関係を示す斜視図である。

【図 1 4】

順次進行する加工ステージが形成された素材板の平面図である。

【図 1 5】

空隙の形状を示す部分的な平面図である。

【図 1 6】

変形例のインクジェット式記録ヘッドを説明する断面図である。

【符号の説明】

- | | |
|----|---------------|
| 1 | インクジェット式記録ヘッド |
| 1' | インクジェット式記録ヘッド |
| 2 | ケース |
| 3 | 振動子ユニット |
| 4 | 流路ユニット |
| 5 | 接続基板 |
| 6 | 供給針ユニット |
| 7 | 圧電振動子群 |
| 8 | 固定板 |
| 9 | フレキシブルケーブル |
| 10 | 圧電振動子 |

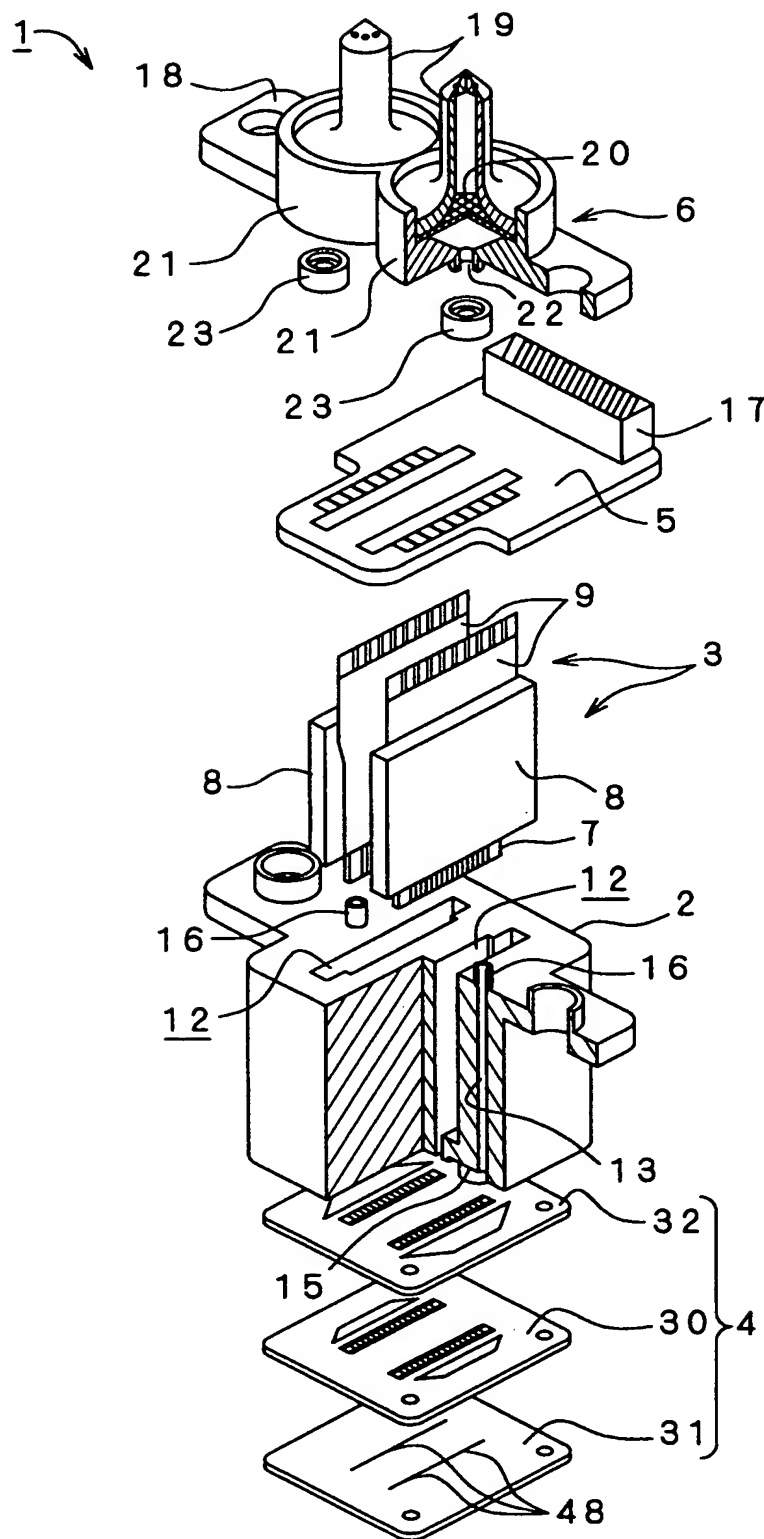
- 1 0 a ダミー振動子
- 1 0 b 駆動振動子
- 1 1 制御用 I C
- 1 2 収納空部
- 1 3 インク供給路
- 1 4 共通インク室
- 1 5 先端凹部
- 1 6 接続口
- 1 7 コネクタ
- 1 8 針ホルダ
- 1 9 インク供給針
- 2 0 フィルタ
- 2 1 台座
- 2 2 インク排出口
- 2 3 パッキン
- 2 8 隔壁部
- 2 9 圧力発生室
- 3 0 圧力発生室形成板
- 3 1 ノズルプレート
- 3 2 弾性板
- 3 3 溝状窪部
- 3 4 連通口
- 3 5 逃げ凹部
- 3 6 ダミー窪部, ダミー圧力発生室
- 3 7 第 1 連通口
- 3 8 第 2 連通口
- 3 9 ダミー連通口
- 4 0 第 1 ダミー連通口
- 4 1 第 2 ダミー連通口

- 4 2 支持板
- 4 3 弾性体膜
- 4 4 ダイヤフラム部
- 4 5 インク供給口
- 4 6 コンプライアンス部
- 4 7 島部
- 4 8 ノズル開口
- 5 1 雄型
- 5 2 雌型
- 5 3 突条部
- 5 3 a 先端部分
- 5 3 b 空隙部
- 5 4 筋状突起
- 5 5 帯板, 素材, 金属素材板, (圧力発生室形成板)
- 6 1 発熱素子
- 6 2 封止基板
- 6 3 フープ
- 6 4 鍛造加工機
- 6 5 回転支持装置
- 6 6 部品受け箱
- 6 7 スライダ
- 6 8 雄型
- 6 9 基台
- 7 0 雌型
- 7 1 加工形状部
- 7 2 基準ピン
- 7 3 基準穴
- 7 4 カッタ
- 7 5 貫通穴

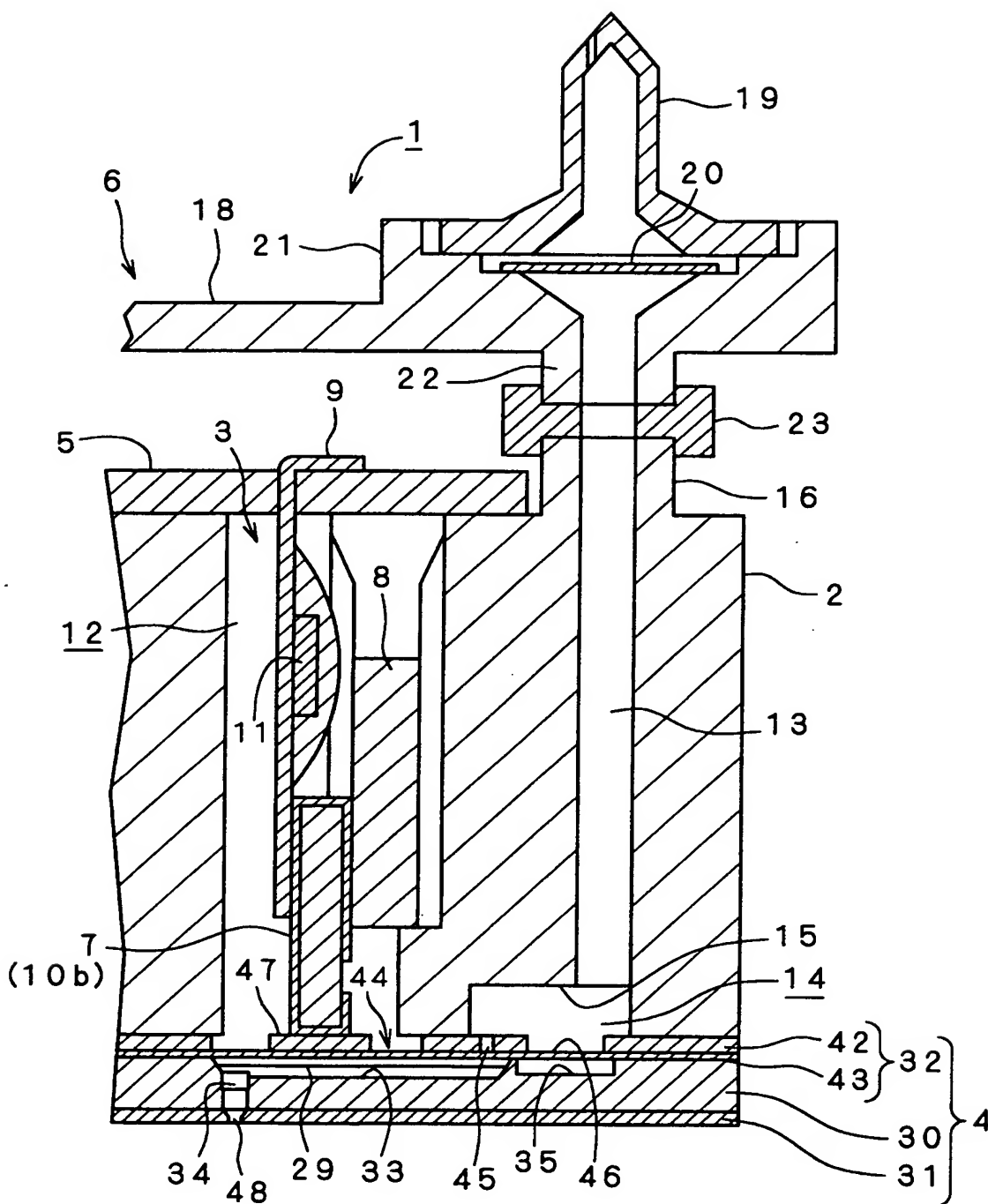
7 6	空隙
7 6 A	長部
7 6 B	短部
7 7	パンチ
7 8	パンチ
7 9	開口
8 0	打抜き穴
8 1	接統部
8 2	アール部

【書類名】 図面

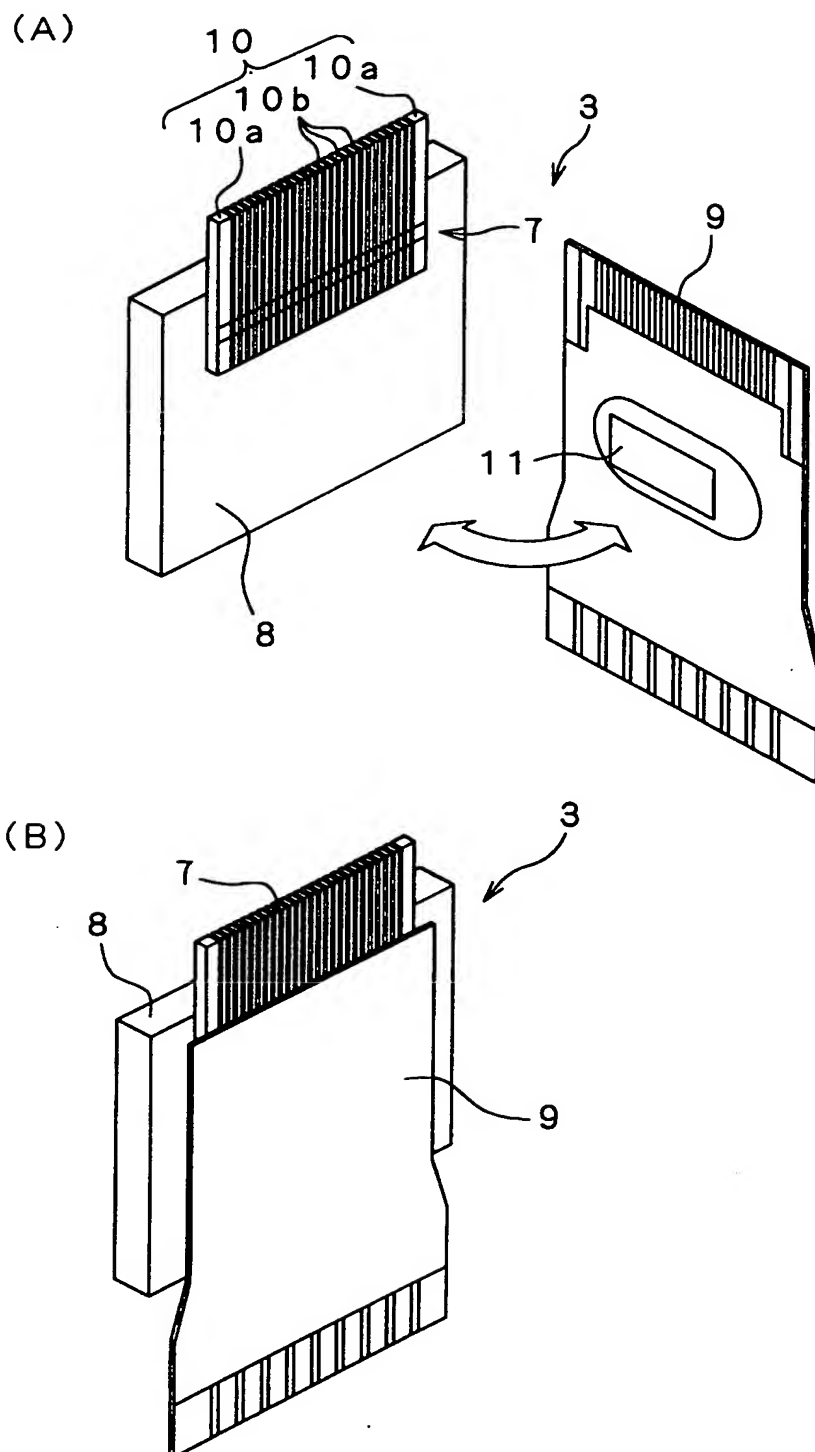
【図 1】



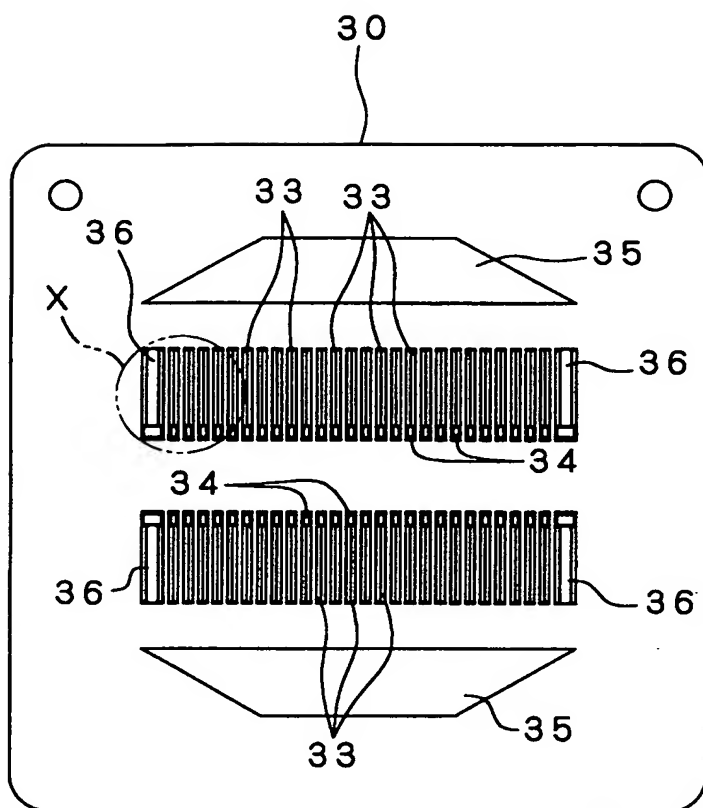
【図 2】



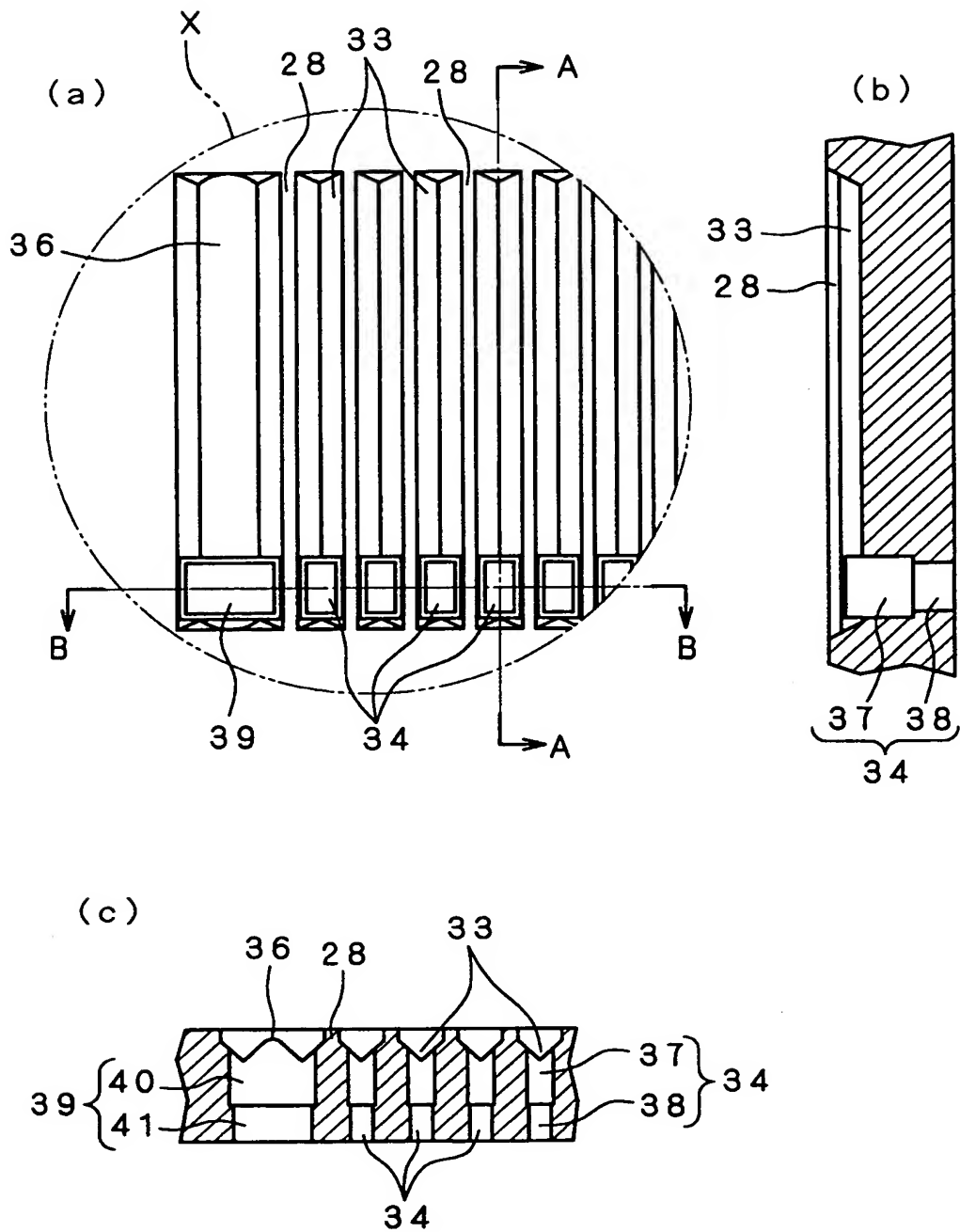
【図 3】



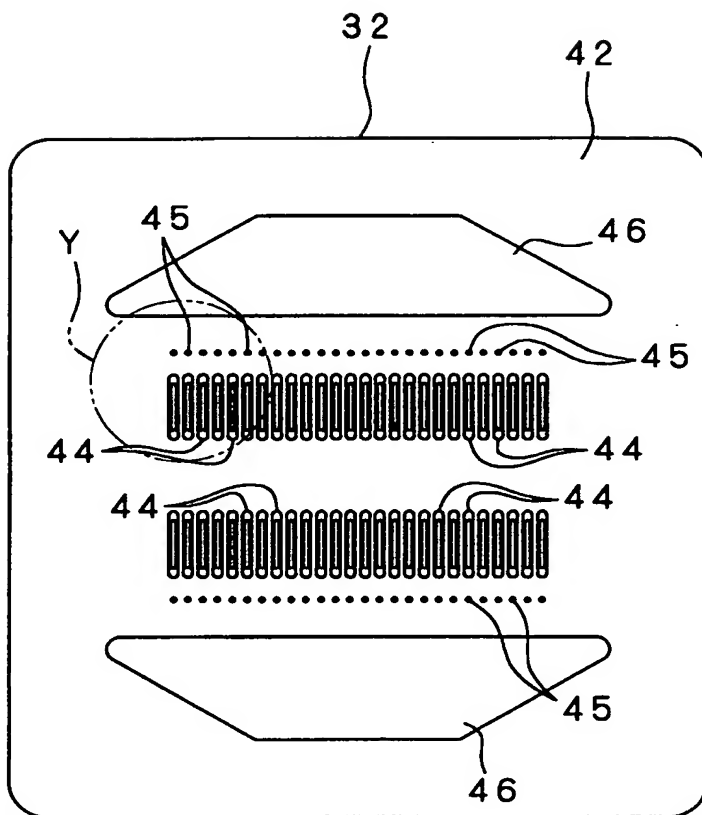
【図 4】



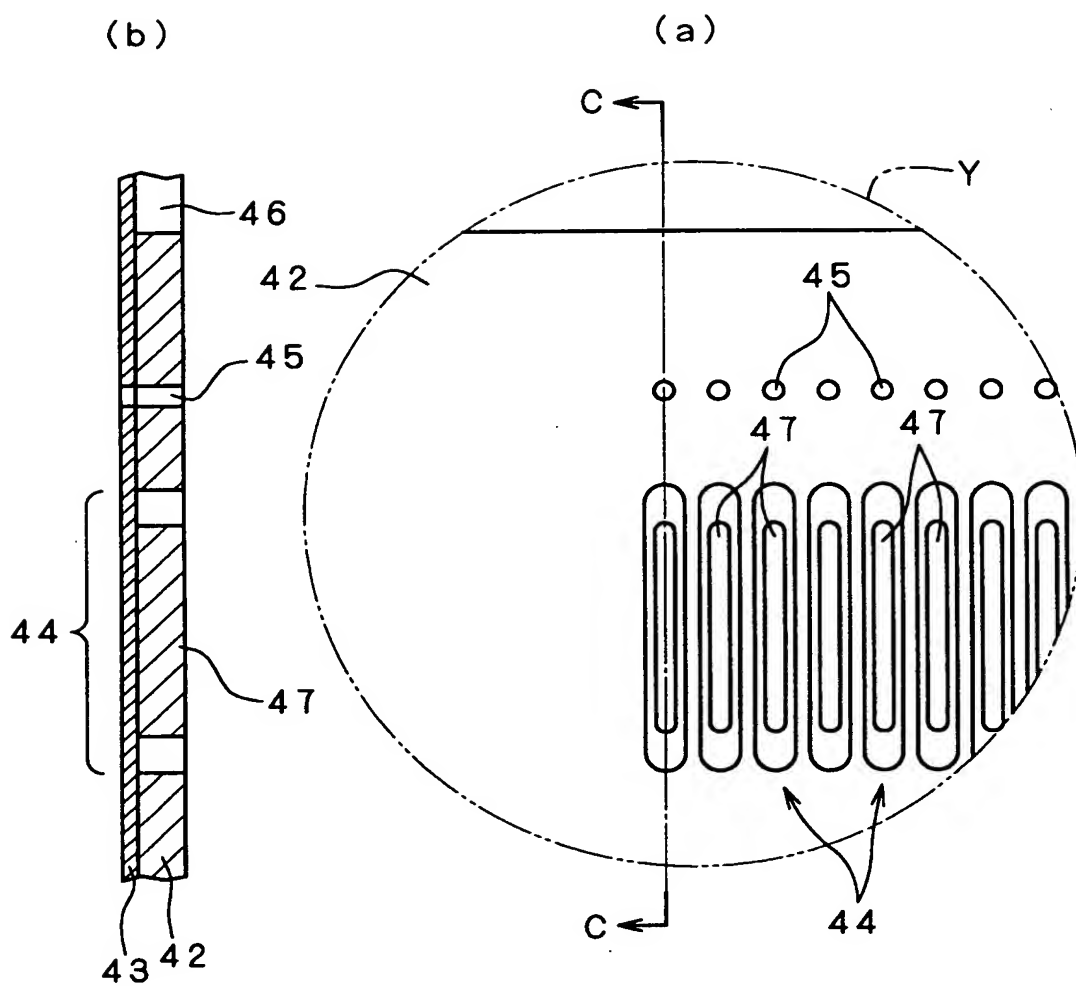
【図 5】



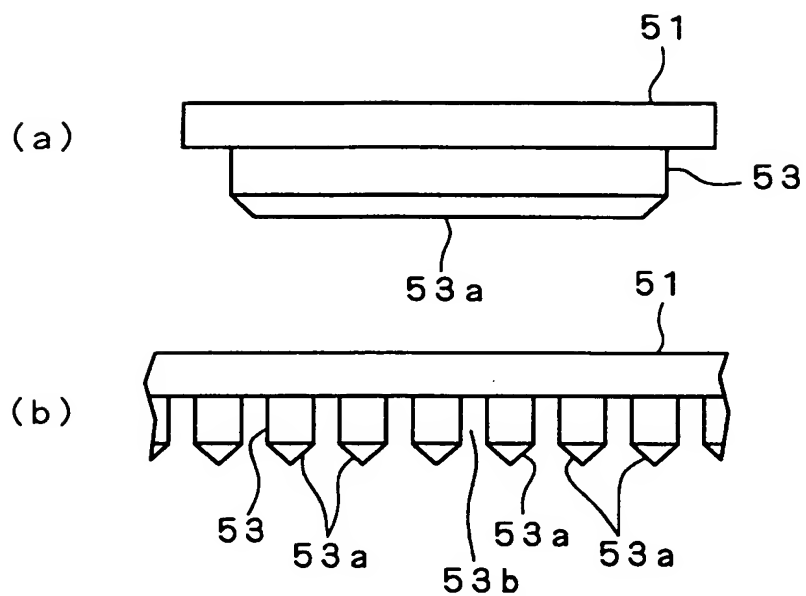
【図 6】



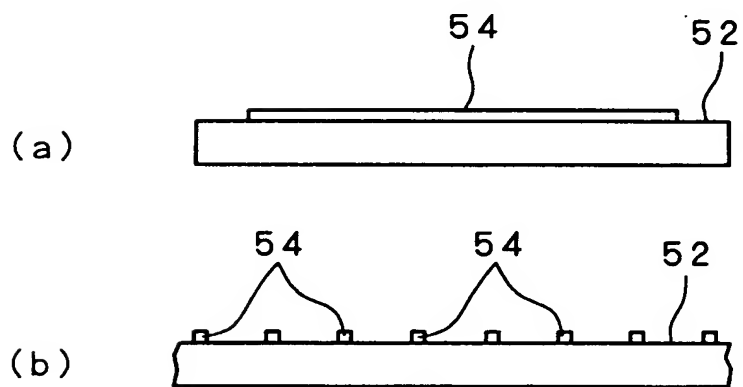
【図 7】



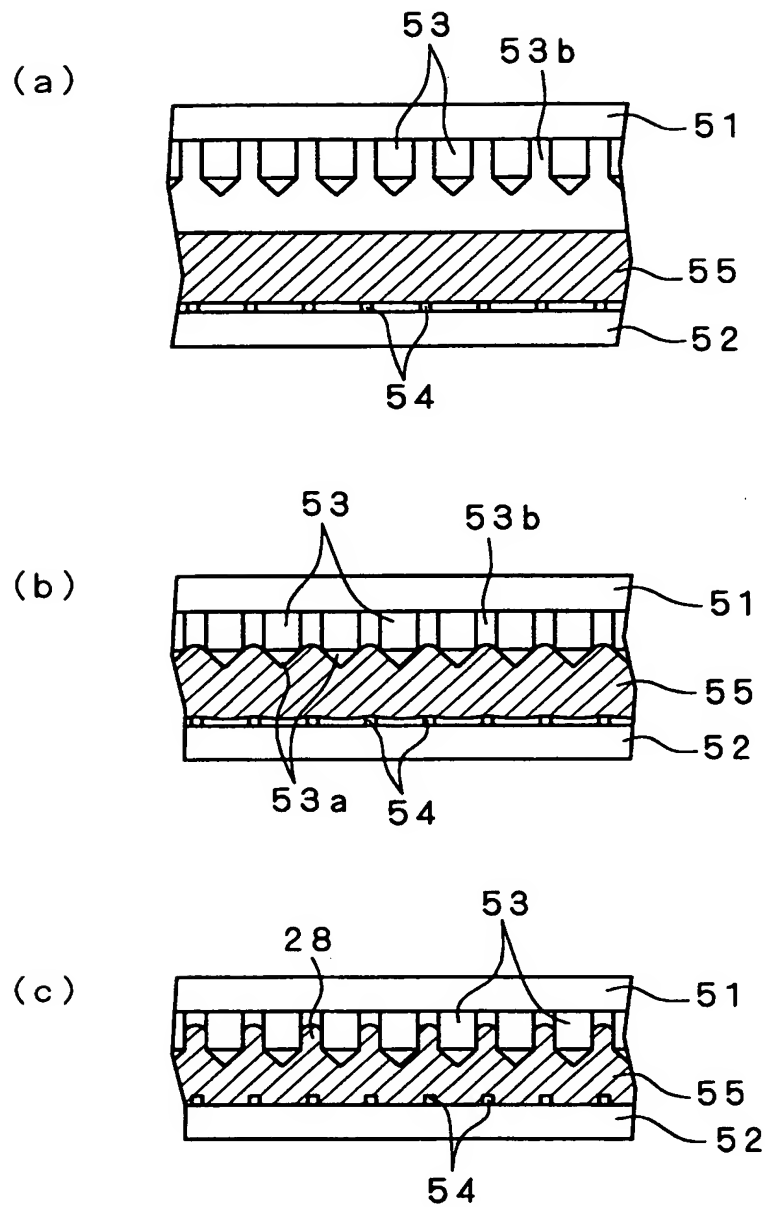
【図 8】



【図 9】

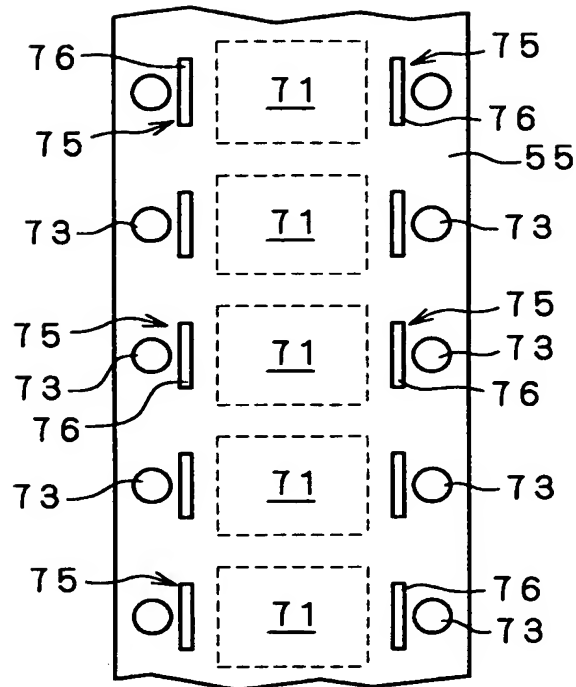


【図 10】

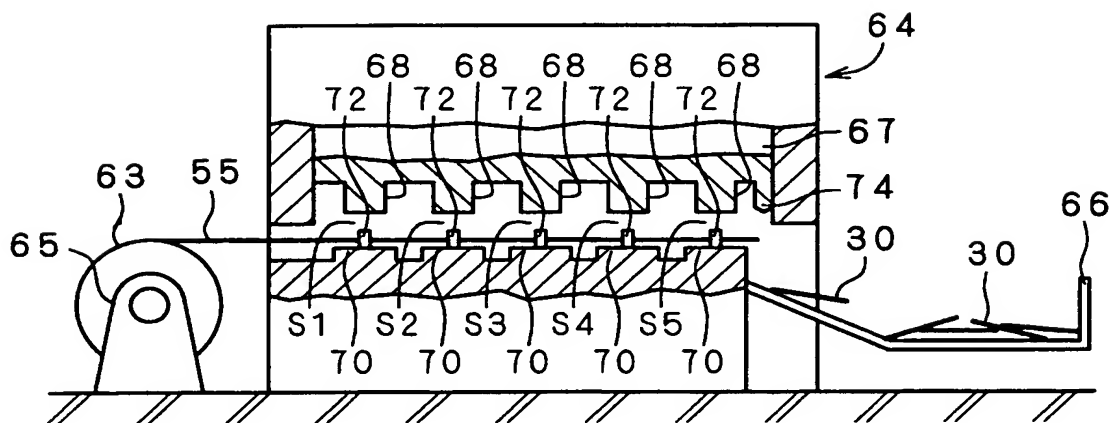


【図 11】

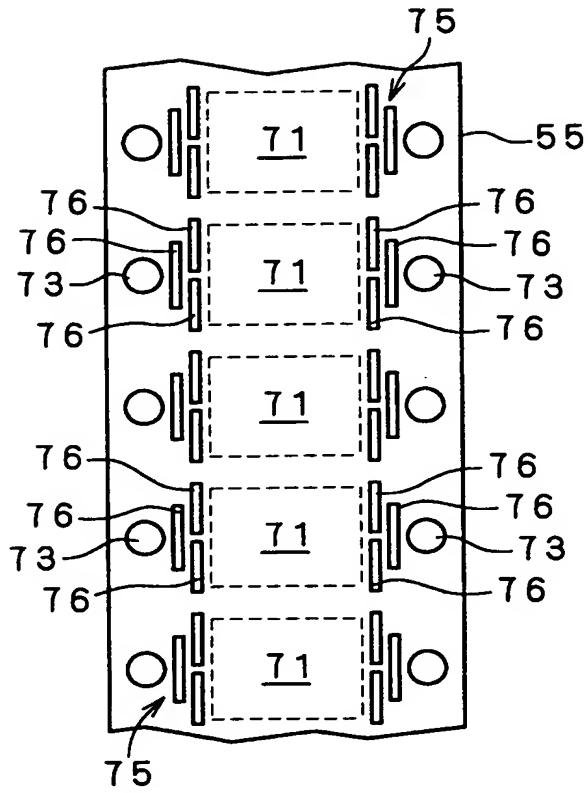
(A)



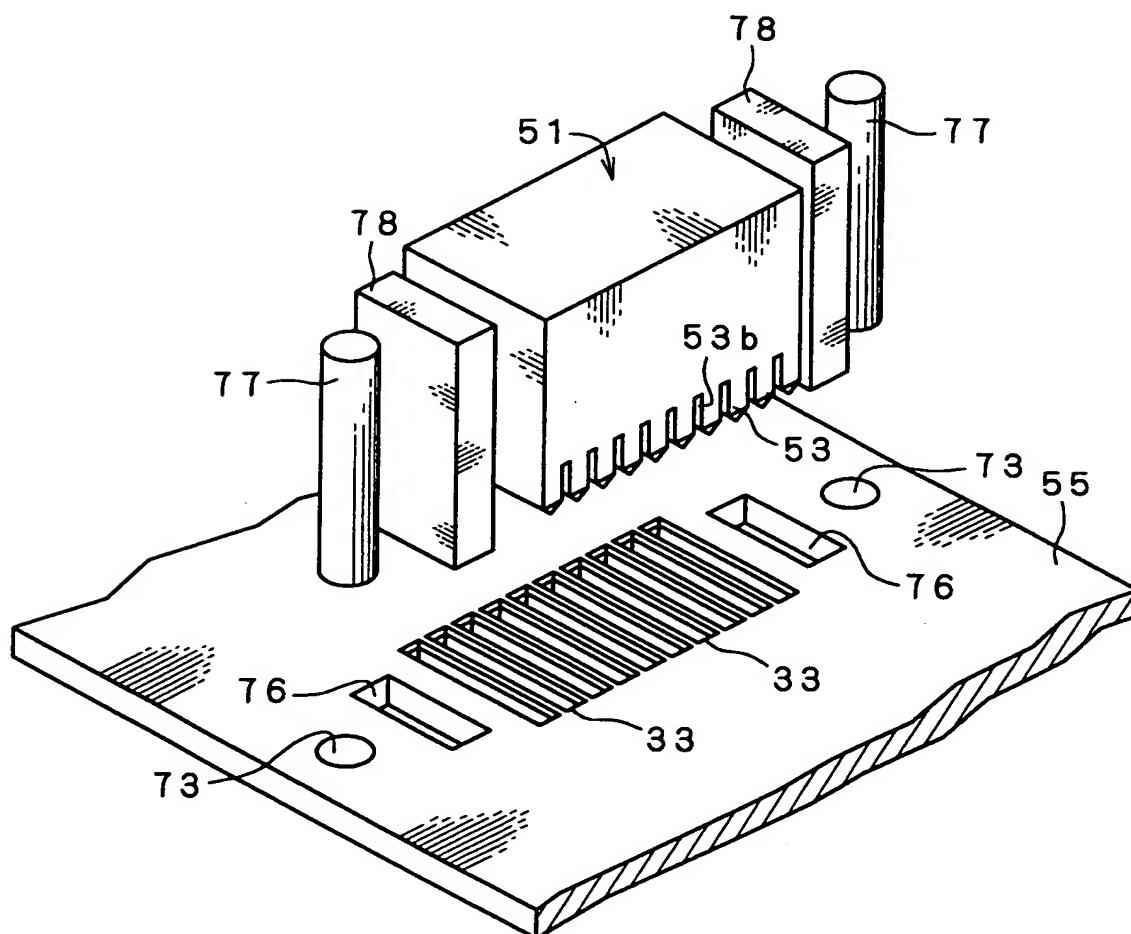
(B)



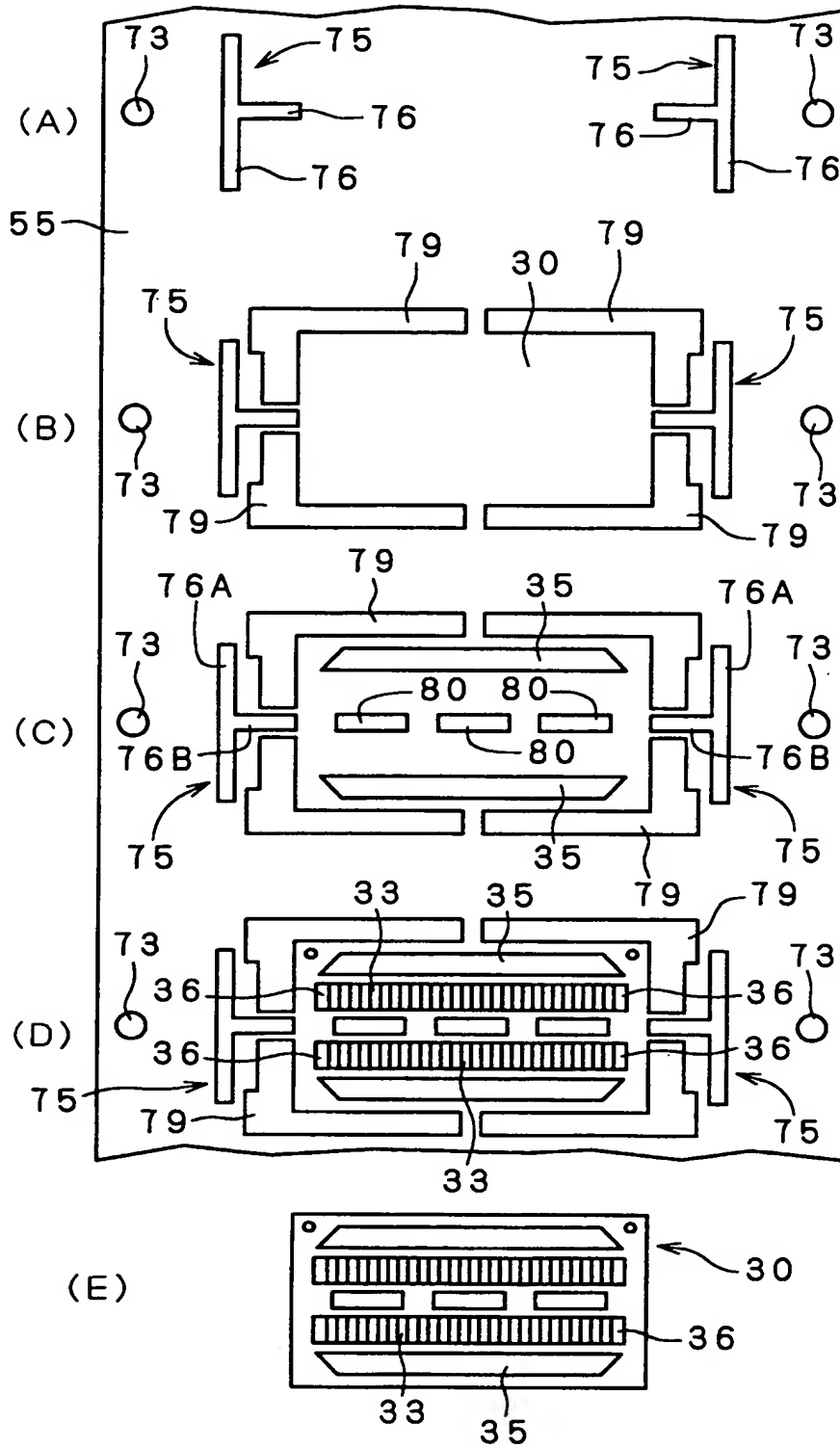
【図 12】



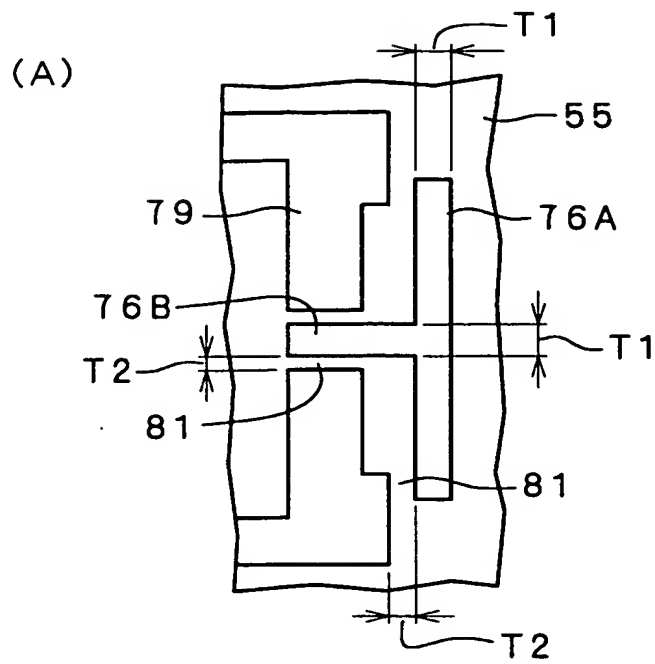
【図13】



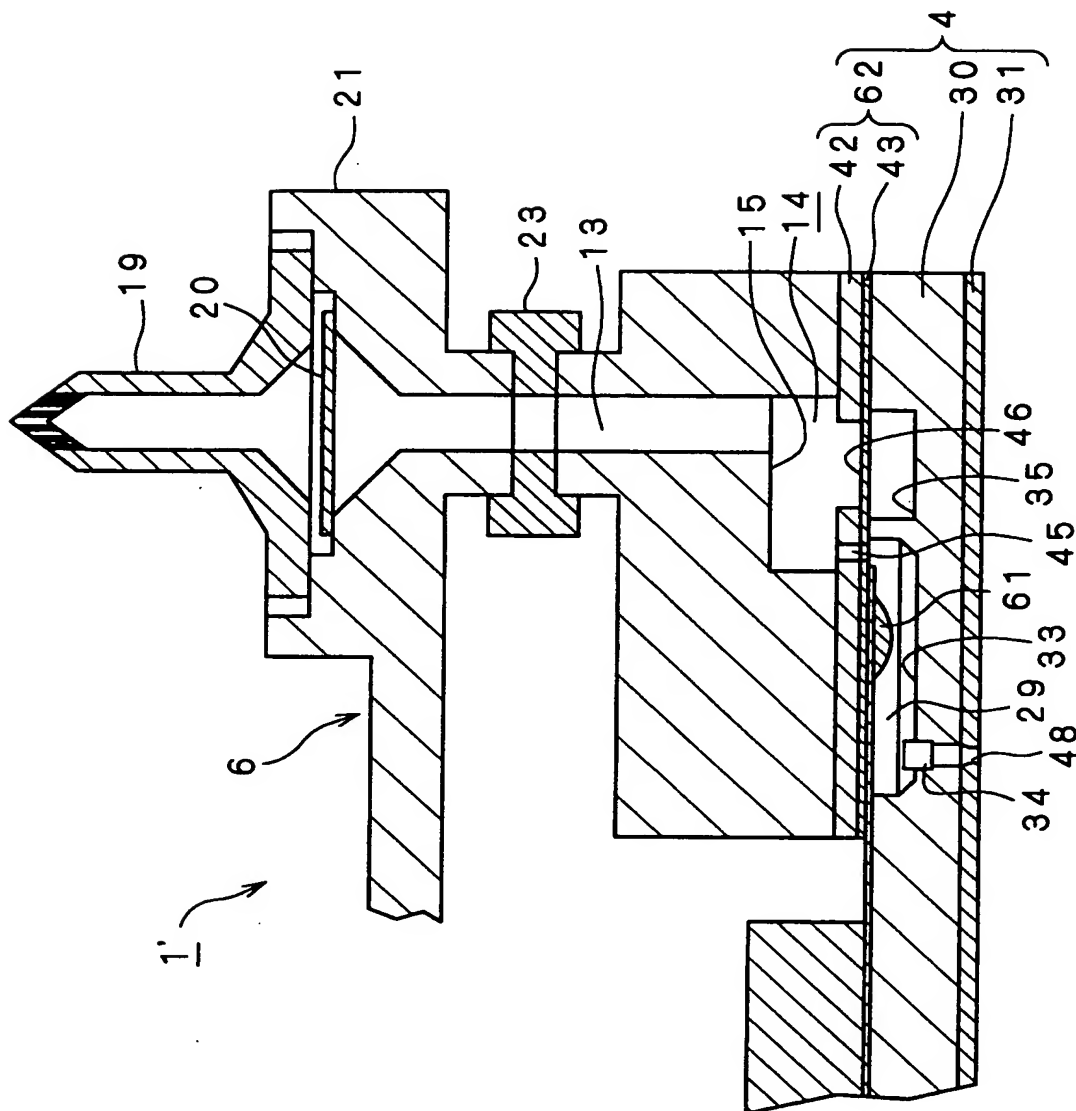
【図14】



【図 15】



【図 16】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 高精度の圧力発生室形成板を鍛造で成形するに当たり、素材板の基準穴の変形を防止し、引いては素材板と鍛造金型との相対位置を狂わせないようにした液体噴射ヘッドの製造方法を提供する。

【解決手段】 圧力発生室 2 9 の一端に連通口 3 4 を形成した金属製の圧力発生室形成板 3 0 と、ノズル開口 4 8 を穿設した金属製のノズルプレート 3 1 と、溝状窪部 3 3 の金属製の封止板とを備えた流路ユニット 4 を有する液体噴射ヘッドの製造方法であって、素材板 5 5 にこの素材板 5 5 と鍛造加工機 6 4 の金型 6 8, 7 0 との相対位置を決定する基準穴 7 3 が設けられ、圧力発生室形成板 3 0 の加工形状部 7 1 と上記基準穴 7 3 とのあいだの素材板 5 5 に貫通穴 7 5 が設けられ、上記加工形状部 7 1 の成形の際に発生する素材 5 5 の塑性流動を上記貫通穴 7 5 で吸収する。

【選択図】 図 1 4



認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 2 3 9 5 6 0
受付番号	5 0 2 0 1 2 2 9 9 9 5
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0 0 9 1
作成日	平成 1 4 年 8 月 2 1 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成14年 8月20日

次頁無



特願 2 0 0 2 - 2 3 9 5 6 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 3 6 9]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

氏 名

セイコーエプソン株式会社